

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÓINDUSTRIAL



PROCESAMIENTO DE CUERITO

DE CERDO POR EXPANDIDO

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUTRIAL

PRESENTADO POR BACH:

MIGUEL CHAVEZ PINCHI




SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:


ING. MSc. ALEJANDRO CRUZ RENGIFO
PRESIDENTE


ING. MSc. RICARDO CASTANEDA CABANILLAS
SECRETARIO


ING. MSc. Dr. OSCAR MENDIETA TABOADA
MIEMBRO


ING. EPIFANIO MARTINEZ MENA
PATROCINADOR

DEDICATORIA

A mis padres: **Alejandro** y **Delfina** con eterna gratitud por el invalorable esfuerzo realizado a fin de verme formado como profesional.

A mis hermanos: **Lily, Carmen, Alejandro, Juan Manuel y Gina**, por el apoyo constante que me brindaron.



AGRADECIMIENTOS

- Al Ing. EPIFANIO E. MARTINEZ MENA, Profesor de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por el asesoramiento brindado durante la ejecución del presente trabajo.
- Al Ing. ENRIQUE TERLEIRA GARCIA, Profesor de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, por el apoyo proporcionado en la realización de los diferentes análisis fisico-químicos.
- A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la ejecución del presente trabajo de investigación.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	08
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCION	12
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	13
2.1. MATERIA PRIMA	13
2.1.1. COLAGENO	14
2.1.2. REGIONES DE LA PIEL	14
2.2. PROTEÍNA	15
2.2.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LAS PROTEÍNAS	16
SOLUBILIDAD	17
2.2.2. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS	18
2.2.3. MODIFICACIÓN DE LAS PROTEÍNAS BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS	19
2.2.3.1. TRATAMIENTOS A ALTAS TEMPERATURAS	19
2.2.4. DESNATURALIZACION	20
2.3. TEJIDO ADIPOSEO	21
2.3.1. MANTECA	22
TIPOS DE MANTECA	24
2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS COMERCIALES	24
2.3.1.2. ELABORACION DE LA MANTECA METODO CASERO	25
2.3.2. GRASAS Y ACEITES	26
2.3.3. ÁCIDOS GRASOS	26
2.3.4. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS ACEITES Y GRASAS	27
2.3.5. DETERIORO DE LAS GRASAS	29
2.3.5.1. OXIDACIÓN	29

2.4.	FRITURA -----	30
2.4.1.	TRANSMISIÓN DE CALOR EN EL PROCESO DE FRITURA -----	31
2.4.2.	PARÁMETROS DE FRITURA -----	33
2.5.	EMPACADO DE ALIMENTOS -----	34
2.5.1.	MATERIALES DE EMPAQUE -----	35
2.5.2.	DETERIORO DURANTE EL ALMACENAMIENTO -----	37
2.6.	EVALUACIÓN SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS -----	38
2.7.	ISOTERMA DE ADSORCIÓN -----	39
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN -----	42
3.2.	MATERIA PRIMA E INSUMOS -----	42
3.2.1.	MATERIA PRIMA -----	42
3.2.2.	INSUMOS -----	42
	SAL COMÚN -----	42
	MANTECA DE CERDO -----	42
3.3.	MATERIALES Y EQUIPOS -----	43
3.3.1.	MATERIALES -----	43
3.3.2.	EQUIPOS -----	43
3.3.2	REACTIVOS -----	43
3.4.	MÉTODOS -----	45
3.4.1.	PROCEDIMIENTO -----	45
3.4.2.	DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS Y PROCESOS -----	47
-	MATERIA PRIMA	
-	PESADO	
-	CORTADO	
-	DESGRASADO	
-	SALADO EN PILA HUMEDA	
-	SECADO	
-	EXPANDIDO	
-	ENFRIADO	

-	EMPACADO Y ALMACENADO	
3.4.3.	DISEÑO EXPERIMENTAL	49
3.5.	ANÁLISIS EFECTUADOS	51
A)	A LA MATERIA PRIMA	51
-	ANÁLISIS PROXIMAL	
B)	DEL PRODUCTO EXPANDIDO DEL CUERITO DE CERDO	
	CERDO	51
-	EVALUACIÓN SENSORIAL	
-	ANÁLISIS FISICO-QUIMICO	
C)	DURANTE EL ALMACENAMIENTO	52
-	ANÁLISIS FISICO-QUIMICO	
-	EVALUACION SENSORIAL	
-	ANÁLISIS MICROBIOLOGICO	
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	53
4.1.	BENEFICIO DEL ANIMAL Y OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	53
4.2.	PIEL DE CERDO	56
4.3.	PROCESAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA	57
4.3.1.	CORTADO	57
4.3.2.	DESGRASADO MANUAL	57
4.3.3.	SALADO EN PILA HÚMEDA	59
4.3.4.	SECADO	60
4.3.5.	EXPANDIDO	61
4.3.6.	EMPACADO	63
4.3.7.	PRUEBAS DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO	63
4.4.	SELECCION DEL EMPAQUE PARA EL ALMACENAMIENTO	74
4.5.	PARAMETROS TECNOLOGICOS DEFINITIVOS PARA EL PROCESO DE ELABORACION DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO	75
4.6.	ISOTERMAS DE ADSORCION	79
V.	CONCLUSIONES	81
VI.	RECOMENDACIONES	83

VII. BIBLIOGRAFÍA	84
VIII. ANEXO	88

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Pág.
01 COMPOSICION QUIMICA DE LA PIEL DE CERDO	13
02 COMPOSICION QUIMICA DE LA PROTEINA	15
03 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS	18
04 CARACTERISTICAS Y COMPOSICION DE LAS MANTECAS DE CERDO EUROPEAS Y AMERICANAS	23
05 TEMPERATURAS DE DESPRENDIMIENTO DE HUMOS DE LA GRASA DE CERDO	34
06 RESULTADOS DEL BENEFICIO DEL ANIMAL	53
07 RESULTADOS DEL BENEFICIO DE LA CANAL	54
08 ANALISIS PROXIMAL DE LA PIEL DE CERDO	56
09 RESULTADOS DEL CORTADO DE CUERO DE CERDO	57
10 RESULTADOS DEL DESGRASADO MANUAL	58
11 RESULTADOS DE SALADO EN PILA HUMEDA	60
12 PARAMETROS DE SECADO DE CUERO DE CERDO	61
13 ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO	63
14 RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 28°C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO	65
15 RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 37°C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO	65
16 SELECCIÓN DEL EMPAQUE ADECUADO PARA EL ALMACENAMIENTO	74

17	ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ALMACENADO EN 90 DIAS -----	78
18	ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO -----	79
19	RESULTADOS DEL SECADO DE CUERO DE CERDO A TEMPERATURA DE 50°C (Anexo) -----	89
20	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ANALISIS ORGANOLEPTICO -----	95
21	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL COLOR -----	96
22	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL OLOR -----	96
23	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO A LA TEXTURA -----	97
24	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL SABOR -----	98
25	ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE 30 DIAS A TEMPERATURA DE 28 °C Y 37°C -----	99
26	ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE 60 DIAS A TEMPERATURA DE 28 °C Y 37°C -----	100
27	ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE 90 DIAS A TEMPERATURA DE 28 °C Y 37°C -----	100
28	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL COLOR -----	101
29	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL OLOR -----	102
30	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO A LA TEXTURA -----	103
31	ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL SABOR -----	104

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pág
01 REGIONES DE LA PIEL -----	15
02 FORMACION DE UNA PROTEINA -----	16
03 TRANSFORMACIÓN DE LA PROTEINA CON ESTRUCTURA DE HELICE ALFA A LA FORMA AL AZAR -----	20
04 EVOLUCION DE LA TEMPERATURA DEL ACEITE DURANTE LA FRITURA -----	32
05 DIAGRAMA DE FLUJO PRELIMINAR DE EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO -----	46
06 BALANCE DE MASA PARA LA OBTENCION DE MATERIA PRIMA -----	55
07 PIEL DE CERDO DE LA RAZA LANDRACE DE 6 MESES DE EDAD DE LA PARTE DE LOMO O CRUPON -----	56
08 PIEL DE CERDO DESGRASADA CON UN TRATAMIENTO DE ESCALDADO A 90°C x 2 MIN. -----	58
09 PIEL DE CERDO SECO, CON UNA HUMEDAD DE 7,25% SECADO A UNA TEMPERATURA DE 50°C -----	60
10 PIEL O CUERO DE CERDO EXPANDIDO -----	62
11 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES -----	67
12 PORCENTAJE DE HUMEDAD EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 37 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES -----	67
13 INDICE DE YODO OBSERVADO EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES -----	69

14	INDICE DE YODO OBSERVADO EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 37 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES -----	69
15	INDICE DE ACIDEZ EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES EMPAQUE DIFERENTES-----	71
16	INDICE DE ACIDEZ EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 37 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES EMPAQUE DIFERENTES-----	71
17	INDICE DE PEROXIDO EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES EMPAQUE DIFERENTES-----	73
18	INDICE DE PEROXIDO EN ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 37 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO ENVASADO EN TRES EMPAQUE DIFERENTES-----	73
19	DIAGRAMA DE FLUJO FINAL PARA EXPNDIDO DE CUERITO DE CERDO -----	77
20	ISOTERMA DE ADSORCIÓN DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CEDO -----	80
21	CURVA DE SECADO DEL CUERO DE CERDO -----	90
22	VELOCIDAD DE SECADO DEL CUERO DE CERDO -----	90

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los laboratorios de la facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín.

Realizándose ésta en tres etapas: primera etapa, beneficio y obtención de la piel de cerdo como materia prima; segunda, elaboración del "Expandido de cuerito de cerdo"; y tercera, Evaluación del empaque apropiado para el almacenamiento del expandido de cuerito de cerdo durante 90 días, evaluándose para ello el comportamiento físico-químico, organoléptico, microbiológico del producto bajo dos condiciones de temperatura de 28°C y 37°C. Se utilizó cuero de cerdo de raza LANDRACE de 6 meses de edad, obteniéndose la carcasa con un peso de 62,5 Kg, 11,50 Kg de cuero que representa un 18,4% de la carcasa, cabeza 6,4%, pata 1,6%, hueso 14,4%, despojos 9,6%. A la piel de cerdo se le practicó una inspección visual a fin de determinar la presencia de cerdas, y a éste se practicó un corte por tiras de 20cm de largo x 10cm de ancho para facilitar las posteriores operaciones como el desgrasado. La operación del desgrasado se hizo manualmente sin escaldar y otro escaldado, resultando como el mejor el desgrasado manual escaldado. El cuero desgrasado se saló en pila húmeda por un tiempo de 30 minutos a una concentración de 7°Be. Enseguida se secó en un secador con ventilación forzada a una temperatura de 50°C por un tiempo de 15 horas 15 minutos, donde se obtuvo al final una humedad de 7,25%, parámetro que sirve para poder pasar al siguiente proceso. Al producto secado se hizo el expandido por tritura en manteca de cerdo con una relación de 3:1, a una temperatura de 185°C, por un tiempo de 2 minutos.

Al producto obtenido (Expandido de cuerito de cerdo) se definió como un producto salado y crocante con alto contenido proteico 70,15%, cuyo flujograma es el siguiente: cortado, desgrasado, salado, secado y expandido por fritura.

El expandido de cuerito de cerdo se almacenó por un período de 90 días bajo dos diferentes condiciones de temperatura de 28°C y 37°C, utilizando 3 tipos de empaques: Bilaminado de aluminio, Polietileno y Celofán de alta densidad en cada caso. En esta

etapa se evaluó el comportamiento de vida en anaquel cada 15 días, mediante pruebas de sus propiedades Físico-Químicas (humedad, índice de yodo, índice de acidez, índice de peróxido), y cada 30 días una evaluación sensorial a fin de determinar el empaque adecuado para un almacenamiento prolongado de 90 días.

El empaque adecuado para el almacenamiento durante los 90 días es el bilaminado de aluminio, al no existir variaciones significativas en sus propiedades Físico-Químicas ni en sus características organolépticas.

ABSTRACT

The current research work was carried out in the laboratories of the Agroindustrial Engineering Faculty of the National University of San Martín.

It was done in three stages: first stage, benefit and obtainance of the pig skin as raw material; second, elaboration of the "Expanded pig skin"; and third, Evaluation of the appropriate package for the storage of the expanded pig skin for 90 days long, and therefore evaluating physical-chemical, organoleptic and microbiological behavior of the product under two temperature conditions of 28°C and 37°C. It was used the skin of a 6 months old LANDRACE race pig, obtaining the eviscerated pig with weight of 62,5 Kg, with 11,50 Kg of skin which represents 18.4% of the eviscerated pig, head 6,4%, feet 1,6%, bones 14,4%, rubbish 9,6%. A visual inspection was carried out to the pig skin for to determinate the presence of hair, and the it was cutted into slices of 20 cm long and 10 cm wide for to make easier the coming operations as the fat take out. The fat take out was done one by hand without scalding and another scalding, and the results showed up that hand made whit scalding fat take out was the best. The lean skin was salted in humid pile along 30 minutes with a concentration of 7°Be. Immediately it was dried with a forced ventilation drier at 50°C of temperature for 15 hours 15 minutes, where it was obtained a final humidity of 7,25%, a parameter that is necessary for to be able to pass to the next process. The dried product was expanded by frying in pork's fat in a 3:1 relation, whit a temperature of 185 °C, for along 2 minutes.

The obtained product (Expanded pig skin) was defined as a crispy and salted product with a high protein level (70,15%), which has the following flow diagram: cutting, fat taking out, salting, drying and expanding by fry.

The expanded pig skin was stored for 90 days period under two different temperature conditions, 28°C and 37°C, using 3 kinds of packings: Aluminum bilaminated, Polyethylene and Cellophane of high density in both cases. In this stage the shelf-life behavior was evaluated every 15 days by testing its physical-chemical properties

(humidity, iodine index, acidity index, peroxide index), and a sensorial evaluation every 30 days with the purpose of determining the appropriate packing for a 90 days lingering storage.

The appropriate packing for the 90 days storage was the aluminum bilaminated, because there are no significant variations in its physical-chemical properties nor in its organoleptical characteristics.

I. INTRODUCCION

Uno de los problemas que enfrenta la industria de los productos alimenticios y no alimenticios es no poder hacer una transformación integral de las materias primas que industrializan, por lo que deben buscarse nuevas alternativas de aprovechamiento para sub-productos que se obtienen de la materia prima.

Los Sub-productos de la industria de la chacinería, como son los huesos, patas, cabezas y especialmente el cuero que representa el 18,4% de la carcasa, contribuyen a disminuir el rendimiento en esta industria.

El cuero en su presentación como cuero ahumado tiene muy poca demanda, siendo su comercialización muchas veces por la modalidad del trueque que se realiza con los comerciantes minoristas, los mismos que resultan favorecidos.

Además existe la desventaja de que este cuero es un producto con alto contenido de ácidos grasos saturados que son perjudiciales para la salud de las personas.

El presente trabajo de investigación busca una alternativa en la presentación del cuero la cual facilite su comercialización y por estos motivos se propone presentarlo en forma de Expandidos de cuerito de cerdo, buscando una tecnología apropiada, lo cual beneficiará a innumerables familias que se dedican a la industria chacinera en la región de San Martín. En base a esto el presente trabajo plantea los siguientes objetivos.

- 1) Determinar los parámetros tecnológicos que posibiliten la elaboración de expandidos de cuerito de cerdo.
- 2) Realizar el estudio de vida en anaquel del Expandido de cuerito a través de pruebas Físico-Químicas, organolépticas y microbiológicas.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 MATERIA PRIMA: PIEL DE CERDO

Según **Sanz (1967)**, la piel de cerdo o tegumento cutáneo conocido como cuero de chanco es una cubierta protectora que recubre el cuerpo del animal (cubierta exterior).

La piel del porcino es un producto comestible que circunstancialmente se destina a la curtición. En la industria carnicera la piel es un producto de mucha estimación como base o materia prima de importantes industrias (**Sanz, 1967**). Su composición química se aprecia en el cuadro 01.

CUADRO 01 COMPOSICION QUIMICA DE LA PIEL DE CERDO

COMPONENTE	PORCENTAJE (%)
Humedad	60,12
Cenizas	0,69
Grasas	10,18
Proteínas	29,01

Fuente: (Tellez, 1995)

Las células del tejido epitelial o piel tienen formas variadas y están distribuidas en capas de diferente espesor, según la región anatómica, la especie animal, la edad, y la alimentación del animal.

En este tejido se encuentra como principal componente el colágeno, constituyendo la fracción mayoritaria de las proteínas. **Lehninger (1970)**, manifiesta que el colágeno representa mas de un tercio de la proteína total de los mamíferos.

2.1.1. COLAGENO

El colágeno es una proteína fibrosa que contribuye muy significativamente a las singulares funciones desempeñadas por los tejidos conectivos de la piel, los tendones, los cartílagos, los huesos, etc.

La unidad estructural del colágeno es el tropacolágeno, que es una proteína, cuya composición aminoácidica se caracteriza por su elevada riqueza en glicocola (glicina) (33%), prolina (12%) y alanina (11%); y por contener dos aminoácidos poco frecuentes en el resto de las proteínas como son hidroxiprolina (12%) e hidroxilisina (1%) (Dominic, 1995).

Fennema (1994), manifiesta que el contenido aminoácido del colágeno es pobre.

2.1.2. REGIONES DE LA PIEL

Así como el tegumento cutáneo en la res viva tiene nombres diferentes según la región del cuerpo, los cueros y pieles después del desollado reciben también diferentes nombres.

- 1) Crupon o lomo, es el centro de la piel, que en vida fue dorso, lomo y cadera.
- 2) Faldas o barrigas, la piel de los lados que recubrió en vida el vientre.
- 3 Garras o patas.
- 4) Cabeza o pescuezo.

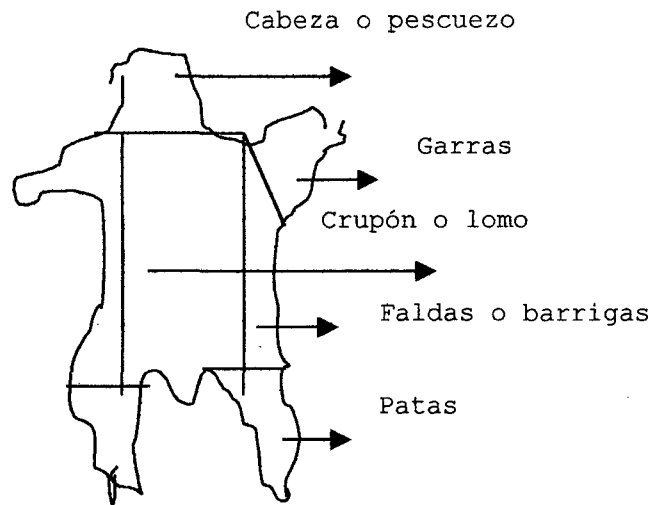


Fig. 01 Regiones de la piel (Sanz, 1967)

2.2. PROTEINA

Son sustancias bastante complejas que están constituidas principalmente por carbono, nitrógeno, oxígeno o hidrógeno, que es hidrosoluble o formados de dispersiones coloidales y está formada por la unión de moléculas sencillas, llamadas aminoácidos, por medio del enlace peptídico (**Badui, 1981**).

Las proteínas son los componentes más importantes de los alimentos ya que nos permite determinar la calidad nutricional del producto.

CUADRO 02 COMPOSICION QUIMICA DE LA PROTEINA

COMPONENTE	PORCENTAJE
Carbono	45 - 55%
Hidrógeno	6 - 8%
Oxígeno	12 - 25%
Nitrógeno	14 - 20%
Azufre	0 - 4%
Fósforo	0 - 2%

Fuente: (**Martin ,1986**).

Los principales constituyentes de las proteínas son los aminoácidos, por lo que su distribución y concentración determinan fundamentalmente las propiedades de cada uno de ellas.

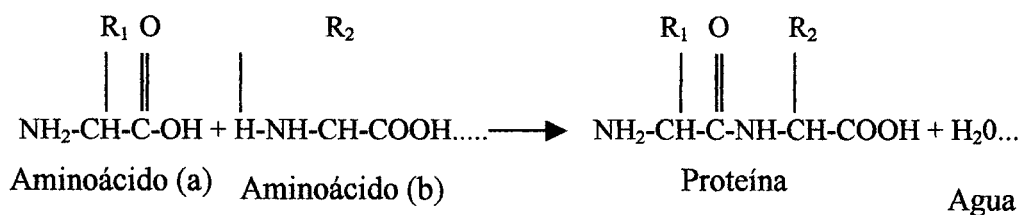


Fig. 02 Formación de una proteína

Badui (1981), cita que las proteínas son el producto de la unión heterogénea de aminoácidos a través de enlaces peptídicos, que se forman por una condensación entre el grupo carboxilo de un aminoácido con el grupo amino de otro, con la consecuente eliminación de una molécula de agua (**Figura 02**).

Los aminoácidos son anfóteros por lo que pueden actuar como una base o como un ácido.

Las propiedades y características de las proteínas ya sean inmunológicas, enzimáticas, nutritivas, hormonales, etc. dependen fundamentalmente de la conformación estructural en que se encuentran. Las proteínas forman cuatro tipos de estructuras, estructura primaria, estructura secundaria, estructura terciaria y estructura cuaternaria (**Desrosier, 1983**).

2.2.1. PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DE LAS PROTEINAS

Las proteínas ejercen una influencia muy marcada en las propiedades organolépticas de los alimentos, pero por tener un alto grado de orden estructural son fácilmente alterables por un gran número de factores intrínsecos como su estructura y composición de aminoácidos, o bien factores externos (pH,

temperatura, concentración de sales, etc.), que causan la pérdida de estas propiedades funcionales (**Badui, 1981**).

SOLUBILIDAD

La solubilidad de las proteínas está determinada por tres factores principales: a) su grado de hidratación, b) su densidad y distribución de cargas a lo largo de la cadena, c) presencia de compuestos no proteicos como fosfatos, carbohidratos y lípidos que pueden tener un efecto estabilizante. Los principales agentes que pueden efectuar dichos cambios son la fuerza iónica, el pH, las propiedades dieléctricas del disolvente, la temperatura (**Badui, 1981**).

a) EFECTO DE LA FUERZA IONICA

La fuerza iónica constituye una medida no sólo de la concentración, sino también del número de cargas eléctricas provenientes de los cationes y aniones aportados por la sal.

Las sales neutra ejercen efectos muy marcados en la solubilidad de las proteínas globulares y esto está muy relacionado con la fuerza iónica que desarrolla. Dentro de un cierto intervalo de bajas concentraciones las sales incrementan la solubilidad de las proteínas.

Las sales en concentraciones elevadas tienen un efecto deshidratante sobre las proteínas, que se refleja en que la proteína pierde parte del agua que le rodea y que sirve como agente estabilizante; a este caso se le denomina insolubilización por salado (**Badui 1981**).

b) EFECTO DEL pH

La solubilidad de las proteínas está muy influenciada por el pH, debido a su naturaleza anfótera. La solubilidad es mínima en su punto isoelectrico pero aumenta considerablemente al alejarse de él.

Dependiendo del pH del sistema, las proteínas pueden actuar como cationes o aniones de tal manera que al tener la misma carga eléctrica desarrollan fuerzas de repulsión entre ellas que repercuten en un aumento de la solubilidad y estabilidad.

c) EFECTO DE LA TEMPERATURA

La solubilidad de la mayoría de las proteínas se incrementan al aumentar la temperatura. Cuando la temperatura aumenta considerablemente y sale del intervalo de máxima solubilidad (0 – 40°C), el efecto se hace inverso y la proteína se desnaturaliza.

La mayoría de las proteínas se vuelven inestables a temperaturas mayores de (40 – 50°C).

2.2.2. PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS

Kinsella (1968), cita que las propiedades funcionales de las proteínas son como cualquier propiedad físico-química que afecta el comportamiento y las características de un alimento y que contribuye a la calidad final del producto.

CUADRO 03 PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS

PROPIEDAD	FUNCION
Hidratación	Solubilidad, dispersión, absorción de agua, Espesante, gelificante, viscosidad, formación de masas y propiedades reológicas en general.
Estructural y Reológica	Elasticidad, cohesión, formación de redes tridimensionales, formación de fibras, Viscosidad, agregación, gelificación.
Organoléptica	Color, sabor, olor, textura, turbidez, arenosidad, etc.
Superficie	Emulsificación, espumante, estabilización, formación de complejos Lípido-proteína.
Otras	Compatibilidad con aditivos, acción enzimática y modificación de las propiedades de los alimentos.

Fuente: (Kinsella, 1968).

2.2.3. MODIFICACIONES DE LAS PROTEINAS BAJO DIFERENTES TRATAMIENTOS

Durante la manufactura de alimentos la materia prima, se somete a varios tratamientos que pueden producir efectos dañinos en la calidad de las proteínas, lo que repercute en una disminución del valor nutritivo del producto, o bien en sus propiedades organolépticas. Desde el punto de vista de la nutrición la pérdida de aminoácidos indispensables es tal vez el mayor daño que le puede suceder a las proteínas.

Los principales factores que influyen y aceleran los cambios en las proteínas son los siguientes: calor, congelamiento, oxidación, reducción, esfuerzos mecánicos cortantes, pH, actividad de agua, composición global del alimento y actividad enzimática.

2.2.3.1. TRATAMIENTOS A ALTAS TEMPERATURAS

La mayoría de las proteínas para consumo humano reciben de alguna manera de un tratamiento térmico durante su preparación. Las reacciones químicas de las proteínas catalizadas por el calor son muy variadas y dependen de la susceptibilidad de sus diferentes aminoácidos. En general, el cocido aumenta la digestibilidad de las proteínas, sin embargo, en ciertos casos un calentamiento excesivo puede reducir su valor nutritivo, existiendo reacciones de desulfuración, de deshidratación, de oxidación, de ciclización y de descomposición (Badui, 1981).

REACCIONES ENTRE PROTEINAS; en ausencia de azúcares reductores, las proteínas están sujetas a diferentes reacciones químicas catalizadas por el calor, que provocan una reducción del valor nutritivo del alimento. Muchos de estos cambios sólo se presentan en condiciones de tratamientos térmicos excesivos y que no se requieren necesariamente durante la manufactura de alimentos (Hurrel, 1977).

2.2.4 DESNATURALIZACION

La desnaturalización es por definición la pérdida de las estructuras secundarias, terciarias y cuaternarias sin que exista una hidrólisis del enlace peptídico. Es decir la desnaturalización es básicamente el rompimiento de algunos de los enlaces disulfuro inter e intramoleculares, de los puentes de hidrógeno, de los hidrófobos y de los iónicos (Badui, 1981).

Generalmente la desnaturalización se define como una modificación estructural de la molécula nativa de la proteína.

Durante la desnaturalización la proteína se desdobra adquiriendo una conformación al azar que depende de la intensidad del tratamiento que se le aplique, por lo que en ciertos casos el proceso puede ser reversible.

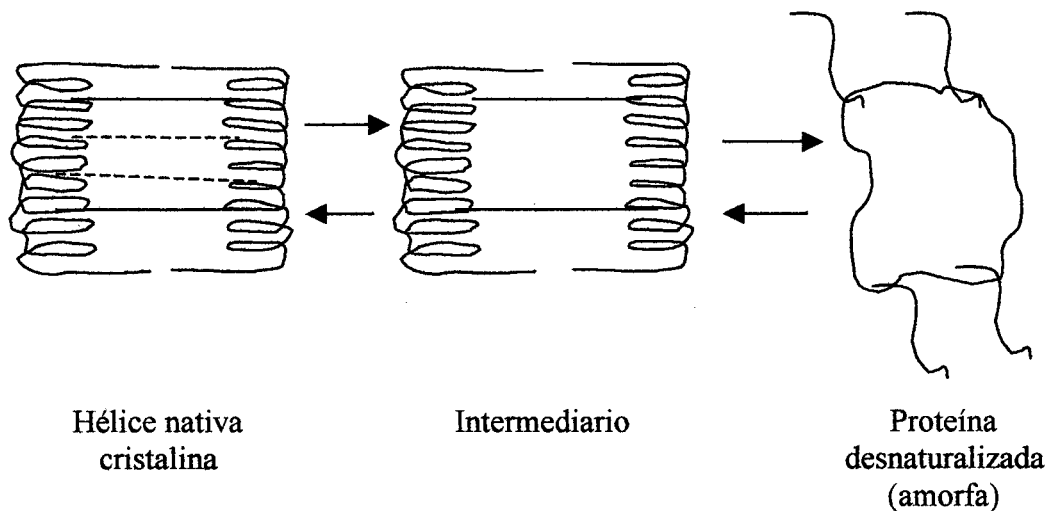


Fig. 03: Transformación de una proteína con estructura de hélice alfa a la forma al azar.

Las proteínas desnaturalizadas presentan características y propiedades distintas a las de las proteínas en forma nativa y estas diferencias están muy relacionadas con el método usado para su desnaturalización. Las operaciones más

importantes que se emplean durante la manufactura de los alimentos y que pueden inducir la desnaturalización de las proteínas son:

- 1) El calentamiento.
- 2) La presión.
- 3) La irradiación.
- 4) El congelamiento.
- 5) Los esfuerzos mecánicos.

De hecho la desnaturalización de cualquier proteína dependerá del tipo así como de la intensidad del tratamiento de desnaturalización y producirá varias estructuras al azar (**Desrosier, 1983**).

Desrosier (1983), manifiesta que la desnaturalización reversible se atribuye a que los cambios son superficiales y sólo abarca el nivel terciario, en tanto que la desnaturalización irreversible parece deberse a cambios estructurales secundarios.

Con frecuencia, la renaturalización de las proteínas desnaturalizadas sólo es parcial, el grado y la rapidez de la recuperación de las propiedades originales puede variar considerablemente.

2.3. TEJIDO ADIPOSEO

El tejido adiposo esta formado por la reunión en lóbulos de células conjuntivas especiales de 70 – 120 milésimas de milímetro conteniendo grandes cantidades de grasa. El interior de las células esta ocupado por una gotita de grasa que le invade progresivamente y le hincha (**Zert,1986**). Estos tejidos adiposos se encuentran:

- a. **Debajo de la piel**, los tejidos adiposos subcutáneos representan el 70% al 75%, es decir un 22 a 25% del peso de la canal. Entre ellos el tocino dorsal

es el más importante (15% aproximado del peso de la canal). El espesor de la capa del tocino varía de acuerdo a las partes del cuerpo, es generalmente máxima al nivel de la espalda.

- b. En el interior del cuerpo**, especialmente en torno a la vísceras, el principal tejido de este grupo es la manteca que se desarrolla en torno a los riñones. El peso de este depósito en un cerdo de 100 Kg. Es de 2 Kg aproximadamente.

2.3.1. MANTECA

La manteca es la grasa derretida de los tejidos grasos frescos, limpios y sanos del cerdo en buen estado de salud en el momento de la matanza. Dichos tejidos no deben incluir: huesos, grasa de la cabeza, orejas, uñas, órganos, cavidades con mucha sangre, fragmentos de grasa, escorias, sedimentos, y deben estar razonablemente libres de tejido muscular y sangre (**Bailey, 1976**).

**CUADRO 04 CARACTERÍSTICAS Y COMPOSICIÓN DE LAS
MANTECAS DE CERDO EUROPEAS Y
AMERICANAS**

Análisis	Manteca Europea	Manteca América
Características		
Indice de Yodo	59,8	68,0
Equivalente de Saponificación	285,9	288,1
Indice de Saponificación	196	195,0
Punto de Fusión °C, Wiley	-	36,5
Materia Insaponificable, %	0,2	0,35
Composición en Ácidos Grasos (% en peso)		
Mirístico	1,3	0,7-1,1
Palmitico	28,3	26-32
Estearico	11,9	12-16
Total de Saturados:	41,5	36,1
Tetradecenoico	0,2	-
Hexadecenoico	2,7	-
Oleico	47,5	49,6-51
Linóleico	6,0	12,8
Trienoico (calculado como linolénico)	-	0,7-0,8
Tetranoico (Calculado como araquidónico)		
C ₂₀ y C ₂₂ no saturados	2,1	-
Total de no Saturados	58,5	63,6

Fuente: (Bailey , 1976).

TIPOS DE MANTECA

Según las cualidades de las mantecas en el mercado podemos citarlas las siguientes clases: Manteca al vapor, manteca rama, manteca neutra, mantecas derretidas en calderas. De todas las mantecas citadas es practica común producir: Manteca a vapor, que a la vez se clasifican en manteca de canal y manteca de descuartizamiento.

a) Manteca de Canal

La manteca de canal se obtiene de las grasas que se separan del cuerpo del animal, en el momento de matarlo, y puesto que gran parte de estas grasas proceden de los órganos internos del animal, la manteca que de ellas se obtiene es relativamente sólida y de bajo índice de Iodo.

b) Manteca de Descuartizamiento

La manteca de descuartizamiento se obtiene de las grasas que se separan en la planta de descuartizamiento, al cortar los cuerpos de los animales previamente enfriados, y puesto que procede, en gran parte de grasas extraídas de la piel, está manteca es blanda y de índice de Iodo mas alto que la anterior.

2.3.1.1. CARACTERÍSTICAS COMERCIALES

La única grasa animal que merece el nombre de manteca, es la de cerdo.

Los caracteres físicos de una manteca normal buena son las siguientes:

- Color : Blanco nieve
- Consistencia : Blanda Untuosa
- Olor : Ninguno o ligeramente agradable
- Sabor : Insípido o ligeramente dulzón

- Punto de fusión: 32 - 33 °C , se derrite fácilmente con el calor de la mano.
- Densidad : Su densidad a 15°C varía 0,938 a 0,940 g/cm³

Por simple abandono al aire libre la manteca se enrancia, toma un color amarillo, un olor fuerte y un sabor acre picante, (Sanz , 1967).

2.3.1.2. ELABORACION DE LA MANTECA (METODO CASERO)

El método de preparar manteca es sencillamente fundir las pellas en una caldera abierta, mediante una técnica elemental guiada por el buen sentido del fabricante. Sanz (1967), recomienda seguir los siguientes pasos.

- 1) Picar la pella en trocitos pequeños de 1 ½ a 2 cm; y lavar con mucho agua clara para arrastrar partículas de sangre o suciedad.
- 2) Echar en una caldera para que se derrita a fuego lento. La temperatura no debe pasar de 115 °C, para no quemar los tejidos que da por consecuencia mal color y mal sabor a la manteca.
- 3) Durante la fusión la masa se agita constantemente con espátulas o cucharones de madera.
- 4) Vigilar atentamente la fusión para evitar pasar del punto.
- 5) Retirar con la espumadera las membranas tostadas que después han de formar el chicharrón.
- 6) La manteca pura se envasa en recipientes de hojalata.

2.3.2. GRASAS Y ACEITES

Los aceites y grasas son sustancias de origen vegetal o animal insolubles en agua, que consisten predominantemente en mezclas de ésteres de ácidos grasos con la glicerina. La distinción genérica que existe entre un aceite y una grasa es que los aceites son líquidos a temperatura ambiente, mientras que las grasas son sólidas. Normalmente los aceites son de origen vegetal, mientras que las grasas son de origen animal (**Bailey, 1976**).

2.3.3. ACIDOS GRASOS

Los ácidos grasos constituyen unidades de construcción de varias clases de lípidos, son compuestos alifáticos monobásicos. Constan casi invariablemente de un solo grupo carboxilo situado en el extremo de la cadena lineal.

Según su estructura química, los ácidos grasos pueden clasificarse en: Saturados e Insaturados.

ACIDOS GRASOS SATURADOS

Son aquellos ácidos grasos en los que los átomos de carbono de su cadena están unidos a no menos de dos átomos de hidrógeno, o aquellos ácidos que tienen cadenas de enlaces simples.

ACIDOS GRASOS INSATURADOS

Son aquellos ácidos grasos que contienen dobles enlaces. El grado de insaturación de un aceite o una grasa depende del número medio de dobles enlaces de sus ácidos grasos.

Debido a la presencia de dobles ligaduras presentan una mayor reactividad química que los saturados. Su punto de fusión disminuye a medida que aumenta

el grado de insaturación, y su sensibilidad a las reacciones de oxidación es mayor cuanto mas insaturado sea el ácido.

Los ácidos grasos saturados solo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los ácidos grasos poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos aunque tengan tan solo menos de 1% de lípidos (Cheftel, 1976).

2.3.4. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LOS ACEITES Y GRASAS

DENSIDAD O PESO ESPECIFICO

Se entiende por densidad o peso especifico, la relación entre el peso de una sustancia y el peso de un volumen igual de agua (Camarena y Montalvo, 1981).

Este tipo de análisis resulta de una gran utilidad para detectar adulteraciones, pues la no conformidad del peso especifico indica adulteración (Universidad de Lima, 1986).

PUNTO DE FUSION

Es el grado de temperatura bajo el cual un cuerpo aparece por primera vez en forma liquida completamente clara y transparente.

PUNTO DE HUMO,INFLAMACION Y COMBUSTION

Los puntos de humo, inflamación, y combustión de una sustancia grasa son la medida de su estabilidad térmica cuando se calienta en contacto con el aire.

Cuando una grasa se calienta, el glicerol que se acumula debido a la hidrólisis se descompone y la grasa desprende un gas azul que es el aldehído insaturado o acroleína (Charley, 1987).

INDICE DE ACIDEZ

La acidez de un aceite o grasa es el porcentaje de ácidos grasos libres presentes en el mismo, expresado en función del ácido oleico.

La acidez de las grasas y aceites es consecuencia de su degradación por hidrólisis que origina grupos carboxilos libres de los ácidos grasos liberados. Es una medida de la rancidez, dado que los ácidos de cadena corta liberados imparten un olor rancio característico (**Camarena y Montalvo, 1981**).

El índice de acidez se utiliza mas que nada por su carácter cualitativo, pues a través de ella se mide la acidez de una grasa (**Cheftel, 1976**).

INDICE DE YODO

El grado de insaturación de los ácidos grasos en una grasa o aceite, se puede expresar en forma cuantitativa en términos del índice de yodo de la grasa.

Este se refiere al número de gramos de yodo absorbidos por 100 gr. de grasa, ya que el yodo reacciona en los sitios de insaturación de manera muy parecida a la del hidrógeno en la hidrogenación. Cuanto mas alto sea el índice de yodo mayor será el grado de insaturación de la grasa (**Potter, 1973**).

INDICE DE PEROXIDO

El grado de oxidación que haya tenido una grasa o aceite se puede expresar en términos del índice de peróxido (**Potter, 1973**).

El índice de peróxido viene hacer la medida de su contenido de oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalente de oxígeno por Kg. de grasa (**Bailey, 1976**).

El índice de peróxido es considerado aceptable mientras el aceite se encuentra en el período inicial de oxidación, llamado período de inducción. El índice de peróxido de una grasa tiende a aumentar conforme se deteriora la grasa.

2.3.5. DETERIORO DE LAS GRASAS

Las grasas presentes en los alimentos, sufren más alteraciones químicas que microbianas; estas alteraciones son como consecuencia de la hidrólisis, la oxidación o una combinación de ambas (Frazier, 1962).

En el enranciamiento hidrolítico, se produce una lipólisis o desdoblamiento hidrolítico, de las grasas en ácidos grasos y glicerina. Las bacterias, levaduras y sus poderosos sistemas enzimáticos, producen la lipólisis y luego la oxidación a peróxidos, aldehídos y cetonas; lo que es favorecido por la humedad y el calor. Contra este tipo de rancidez se utilizan agentes antimicrobianos tales como los ácidos benzoico, sórbico y sus derivados (Schmidt, 1979).

En lo que respecta a la rancidez oxidante, se produce una autodestrucción de los ácidos grasos, preferentemente no saturados debido a la presencia de agentes pro-oxidantes, tales como la humedad, luz, y calor (Hart y Fisher, 1971).

Debido al alto contenido de grasas y a poca proporción de agua (baja actividad de agua), los alimentos grasos no son susceptibles a la acción de las bacterias. Los mohos pueden crecer si se almacenan en condiciones de humedad para su desarrollo (Bailey, 1976).

2.3.5.1 OXIDACION

El primer paso de la oxidación de una grasa, es la adición de oxígeno al enlace doble de la cadena de un ácido graso insaturado para formar compuestos inestables, que se designan generalmente con el nombre de peróxidos.

El ritmo de absorción del oxígeno se acelera marcadamente por el calor y por la exposición de la grasa a la acción de la luz particularmente la ultravioleta. En la oxidación de los lípidos se puede distinguir tres grupos de reacciones (Cheftel, 1976).

1) REACCIONES DE INICIACION

Que dan lugar a la formación de radicales libres a partir de ácidos grasos no saturados, o de peróxidos lipídicos también llamado hidroperóxido.

2) REACCIONES DE PROPAGACION

Que se caracteriza por una cierta acumulación de peróxidos lipídicos, estas reacciones constituyen la etapa de oxidación de los lípidos no saturados por el oxígeno gaseoso y necesitan la intervención de radicales libres, pero los crean tanto como los consumen.

3) REACCIONES DE PARALIZACION

En las cuales los radicales libres se asocian para dar compuestos no radicales, estos radicales libres provienen en gran parte de la descomposición de peróxidos lipídicos que son sustancias muy inestables y reactivas. Entre los compuestos no radicales que se forman, están los aldehídos y cetonas de bajo peso molecular, que son los responsables del olor a rancio, algunos de estos compuestos proceden directamente de la descomposición de los peróxidos.

2.4. FRITURA

La fritura es la inmersión por un tiempo determinado de un alimento en aceite o manteca a alta temperatura. Las características principales de la fritura son:

- a) El alimento es cocinado por el calor directamente transferido por el aceite en el cual está inmerso.
- b) El aceite no hierve como el agua y por lo tanto puede alcanzarse una temperatura comparativamente mas alta. Cuando alcanza cierta temperatura (230°C) se descompone, desprendiendo humos, se produce una serie de reacciones de degradación, pero no una ebullición.
- c) El agua contenida en el alimento hierve a 100 °C como la temperatura de fritura es siempre superior a 100 °C el alimento se deshidrata.

2.4.1. TRANSMISION DE CALOR EN EL PROCESO DE FRITURA

Durante la fritura el alimento esta inmerso en el aceite, en este proceso hay una resistencia bastante considerable para la transferencia de calor desde el aceite caliente al alimento frío debido a la formación de una capa superficial laminar entre el alimento y el aceite (Aleixandre, 1996).

En principio esta capa está formado por el vapor que se desprende pero cuando el calor ha pasado esta barrera la transmisión por conducción se da a través de las sustancias del alimento.

Los fenómenos que se producen durante la transmisión de calor en el proceso de fritura son:

- 1) El aceite caliente transmite su calor rápidamente al alimento en los primeros instantes del proceso. Como consecuencia de ello el aceite se enfría sobre todo si la relación alimento/aceite o manteca es alta, o si el producto contiene mucho agua.

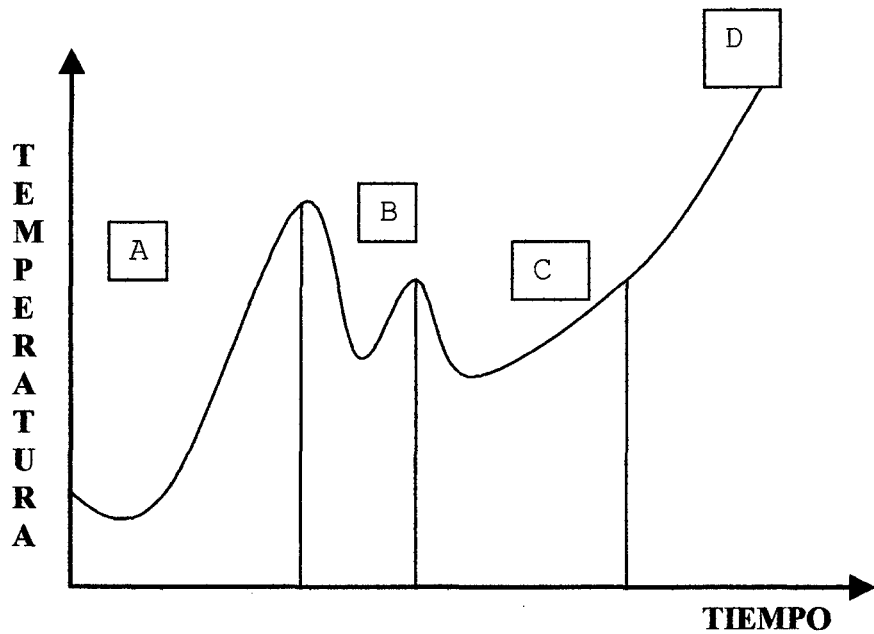


Fig. 04 Evolución de la temperatura del aceite durante la fritura.
(Aleixandre, 1996).

A: Precalentamiento del aceite.

B: Inmersión del alimento y enfriamiento del aceite.

C: Deshidratación del alimento.

D: Fritura final.

- 2) El agua contenida en el alimento comienza a hervir, se forma una película de vapor de agua alrededor del alimento, que constituye una barrera dificultando la transmisión del calor del aceite al alimento.
- 3) Dentro del alimento el calor se transmite por conducción desde la superficie de contacto al núcleo.
- 4) El vapor de agua que escapa del interior del alimento refrigera la superficie de este evitando que se queme.

- 5) Cuando el alimento va perdiendo humedad se reduce el ritmo de desprendimiento de vapor de agua, disminuye el espesor de la película de vapor que se hace discontinua y el calor se transmite rápidamente al producto. La escasa salida de vapor de agua ya no refrigera suficientemente la superficie del alimento.
- 6) El producto debe retirarse a tiempo del aceite para evitar que llegue a carbonizarse.

2.4.2. PARAMETROS DE FRITURA

Los parámetros a considerar en la fritura de los alimentos son:

- Tiempo.
- Temperatura.
- Relación aceite/alimento.

Los mismos que deben elegirse en función de:

1) EL ESTADO DEL ALIMENTO

Bien sea congelado o fresco.

2) TAMAÑO DEL ALIMENTO

Las piezas de mayor espesor requieren menor temperatura de fritura y mayor tiempo para que el calor pueda alcanzar el centro de la pieza.

3) CONTENIDO EN AGUA DEL ALIMENTO

La temperatura debe ser tanto mas baja cuando menor sea la humedad del alimento.

4) TERMOESTABILIDAD DEL ALIMENTO

Debe evitarse que la temperatura del aceite de fritura pueda alcanzar el punto de desprendimiento de humo que indica su descomposición y la aparición de sabores extraños al alimento.

CUADRO 05 TEMPERATURAS DE DESPRENDIMIENTO DE HUMO DE LA GRASA DE CERDO

GRASA	TEMPERATURA (°C)
Grasa de cerdo (0,6% de Acidez)	190
Grasa de cerdo (0,5% de Acidez)	194
Grasa de cerdo (0,1% de Acidez)	221

Fuente: (Aleixandre, 1996).

2.5. EMPACADO DE ALIMENTOS

El propósito del empaqueo o envasado consiste en proteger al alimento de cualquier tipo de deterioro, bien sea de naturaleza química, microbiológica o física, con la finalidad de suministrar al consumidor un alimento de calidad similar a los productos frescos recientemente preparados (Heiss, 1977).

Escoger un buen empaque envuelve un gran numero de consideraciones, por que el empaque debe dar las condiciones óptimas de protección, para mantener al producto encerrado en su anticipada vida en almacenamiento. El empaque debe tener tamaño y forma correcta y su diseño debe atraer la atención del consumidor.

Effenberger (1972), manifiesta que el empaqueo es un sistema coordinado de preparar productos para transportar, distribuir, almacenar, vender, hasta su uso

final. Así mismo es un medio de asegurar la entrega al último consumidor en condiciones de un mínimo de costo.

FUNCIONES DE UN EMPAQUE U ENVASE

- a) **Proteger**, al producto alimenticio de la contaminación evitando el daño o degradación, permitiendo así que se encuentre en buenas condiciones físicas, químicas y organolépticas por un tiempo determinado.
- b) **Comunicar**, Identificando el contenido tanto en cantidad, como en tipo e instruye al consumidor como debe preparar el producto en el caso de que su uso sea inmediato.
- c) **Diferenciar**, Identificando al fabricante, su marca y calidad.

2.5.1. MATERIALES DE EMPAQUE

Los empaques de alimento juegan un rol importante en el proceso productivo. Existen muchos tipos de materiales de empaque que se utilizan para el empaqueo de alimentos. Los materiales usados pueden clasificarse, por su naturaleza (naturales y artificiales), por el tipo de uso que se les da, por la forma o dimensiones que producen, por sus propiedades físicas, tales como permeabilidad a la luz, a los gases, etc.

Dentro de los materiales de empaques mas utilizados tenemos:

1) POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD

Es químicamente inerte, termosellable, no posee olor alguno y se retrae por calentamiento, su densidad es de $0,925 \text{ g/cm}^3$

Este material es uno de los más usados en la industria del empackado, una de las razones para su gran difusión es su versatilidad. Su permeabilidad es baja en el caso de vapor de agua, y representa una barrera pobre frente a los vapores orgánicos y aceites esenciales, lo cual puede traer consigo la oxidación de los productos.

2) POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

Es más resistente, más grueso, menos flexible y más quebradizo que el de baja densidad, tiene una densidad de $0,965 \text{ gr/cm}^3$. Presenta impermeabilidad frente a los gases y al vapor de agua. Se usa para producir botellas rígidas

3) CELULOSA

La celulosa es una película brillante y transparente, inodora, insípida y biodegradable (en 100 días aproximadamente), es consistente y resistente a la punción. Las películas de celulosa regenerada son muy transparentes, flexibles, resistentes a la acción de las grasas y aceites y prácticamente impermeables a los gases cuando están secas, pero absorben humedad fácilmente y se vuelven muy permeables a los gases. Cuando una o dos caras se recubren con material resistente a la humedad, como el policloruro de vinilideno, adquieren una gran impermeabilidad a los gases y al vapor de agua.

Actualmente su aplicación es para productos cárnicos y de pastelería.

4) LAMINADOS

La gran diversidad de alimentos que se envasan hace que en ocasiones, ningún material polímero simple posea todas las características necesarias para cumplir con eficacia su función. En tales casos, la respuesta adecuada es la combinación de varios de ellos para dar lugar a un nuevo material complejo o “laminado” que reúne las propiedades mas destacadas de sus componentes.

Los laminados pueden estar constituidos exclusivamente por películas plásticas o incluir otros componentes, tales como papel, cartón, aluminio, plásticos, etc. Usualmente se combinan dos o tres películas de materiales simples. Mayormente la capa que ha de quedar en contacto con el producto a envasar, formando la parte interior del envase, suele estar constituido por material plástico. Para las capas externas se utilizan materiales de buenas propiedades mecánicas, fáciles de imprimir e impermeables a la luz.

2.5.2. DETERIORO DURANTE EL ALMACENAMIENTO

El factor causante del deterioro de muchos alimentos puede ser dividido en deterioro biológico y deterioro abiótico.

DETERIORO BIOLOGICO

Este es causado por el proceso normal de añejamiento y también por cambios microbiológicos asociados con bacterias, mohos y levaduras. Este proceso de deterioro puede ser frecuente, y es disminuido o demorado por un adecuado procesamiento o empaquetado de los alimentos y por un adecuado control de temperatura y humedad durante el almacenamiento.

Las especies de los microorganismos que producen el deterioro de los alimentos está en función de las condiciones del medio ambiente que lo rodea, y puede ser grandemente influenciado por el pH y el contenido de humedad del alimento.

DETERIORO ABIOTICO

Éste es causado por cambios físicos y químicos en el producto, tales como la reacción de proteínas y azúcares (reacción de oscurecimiento), reacción hidrolítica, oxidación de las grasas (produciendo rancidez) y los cambios físicos de hinchamiento, deshidratación, derretido, etc.

2.6. EVALUACION SENSORIAL DE LOS ALIMENTOS

La industria de los alimentos desarrolla nuevos productos para el consumo masivo. El éxito o no de esos productos tiene que ver con la forma como los alimentos lucen, saben y se sienten (**Mackey, 1984**).

Se considera que hasta la actualidad no existe un sustituto en la evaluación por personas, cuando se trata de obtener información acerca de la aceptación de calidad de un producto (**Potter, 1973**).

De allí que sea importante el uso de "Métodos de evaluación sensorial de los alimentos" ya que permiten determinar la aceptabilidad y calidad de los mismos. Estos métodos de evaluación se llevan a cabo de una manera científica utilizando los sentidos de un "Panel de evaluación sensorial" que está integrado por un grupo de personas que analizan diferentes propiedades de los alimentos.

Los dos tipos que se conocen para esta evaluación sensorial son las pruebas de diferencia y la prueba de preferencia.

En las pruebas de diferencia los panelistas son preguntados si existen diferencias entre dos o más muestras; para lo cual el panelista es advertido a ser objetivo en su evaluación. Se le instruye en lo que significa una buena o pobre calidad de una determinada cualidad. Entre las pruebas de diferencia se pueden citar: La prueba del triángulo, prueba del duo-trío, prueba de comparación pareada y la prueba de "ranking" (**Mackey, 1984**).

Las pruebas de preferencia se basan en una medición que pueden ser expresadas como:

- a) Expresión de un alto grado del gusto.
- b) Elección de un objetivo sobre otro.

- c) Sensibilidad psicológica continua sobre la cual están basados muchas elecciones.

La medición de la preferencia puede incluir la elección de una muestra en vez de otra, en orden categorizado (graduado), o una expresión de opinión sobre un escala hedónica (gusto/disgusto) (I.F.T. 1981; citado por Cerrate, 1989).

El estudio de los alimentos es muy complejo, las etapas de desarrollo de nuevos productos comienzan en el laboratorio y la gran mayoría de los factores que inciden en su calidad sólo pueden ser medidos por métodos sensoriales. Siendo las personas el instrumento de medida utilizado es necesario controlar cuidadosamente las condiciones de evaluación con el objeto de reducir los errores causados por los factores psicológicos (Mackey, 1984).

2.7. ISOTERMA DE ADSORCIÓN

Una isoterma de adsorción es la curva que indica, en el equilibrio y para una temperatura determinada, la cantidad de agua retenida por un alimento en función de la humedad relativa de la atmósfera que lo rodea; o, si se quiere, e inversamente, la presión parcial de vapor ejercida por el agua del alimento, en función del contenido de agua en el mismo (Cheftel, 1976).

Las isotermas se obtienen colocando un alimento cuyo contenido en agua se conoce, bajo vacío, en un recipiente cerrado y midiendo, después del establecimiento del equilibrio a una temperatura determinada, la presión de vapor en agua, con la ayuda de un manómetro o de un higrómetro; también se puede obtener colocando muestras de un mismo alimento (seco o húmedo) en una serie de recipientes cerrados, en los cuales se mantienen, mediante soluciones salinas (por lo general saturadas) o ácido sulfúrico de diversas concentraciones; una gama de humedades relativas constantes y determinando, en el equilibrio, los contenidos de agua (por pesada) (Cheftel, 1976).

El valor monomolecular o humedad de monocapa puede determinarse, a partir de la isoterma respectiva a través de diferentes modelos teóricos:

- Los modelos Guggenheim - Anderson - de Boer (G.A.B) y Brunauer - Emmett- Teller (B.E.T).

son los más utilizados en alimentos. En una extensa revisión de modelos de sorción propuestos, se estableció que la ecuación de G.A.B. fue el mejor modelo teórico para alimentos. La ecuación tiene tres parámetros y es el modelo más empleado por investigadores europeos en alimentos. La ecuación es:

$$\frac{X}{X_m} = \frac{C K A_w}{(1 - K A_w)(1 - K A_w + C K A_w)}$$

donde:

A_w = actividad de agua.

X = contenido de humedad en equilibrio en base seca.

X_m = contenido de humedad de monocapa.

C = constante de Guggenheimn = $C^{(H_1 - H_m)/RT}$;

H_1 = Calor de condensación del vapor de agua pura;

H_m = calor total de sorción de la primera capa.

K = factor de corrección de las propiedades de moléculas de multicapa con respecto al volumen de líquido = $K^{(H_1 - H_q)/RT}$;

H_q = calor total sorción de la multicapa.

Para el cálculo de los parámetros característicos de G.A.B; está puede expresarse en forma de función parabólica, la que es ajustada por mínimos cuadrados a los valores experimentales de adsorción.

La ecuación de G.A.B. tiene la ventaja al compararla con el modelo de B.E.T. en que describe en forma objetiva las isotermas de sorción hasta valores de A_w

de 0,9, mientras que el modelo B.E.T. está limitado a A_w de 0,45 (**Labuza, 1985**).

La ecuación de B.E.T. es la siguiente:

$$\frac{a}{M(1-a)} = \frac{1}{M_1 C} + \frac{a(C-1)}{M_1 C}$$

Donde:

- a = Actividad de agua
- M = Contenido de agua del producto(g/100 g de materia seca)
- M_1 = Contenido en agua correspondiente a la capa mono-molecular (g/100 g de materia seca).
- C = Constante = $K \cdot e^{Q_s/Rt}$, donde Q_s es el calor de adsorción considerado constante) (**Cheftel, 1976**).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

EL presente trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de Análisis y Composición de los Alimentos (ANACOMPA), en el Laboratorio de Control de Calidad de Productos Agroindustriales y Laboratorio de Microbiología y Fermentación de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de San Martín, durante los meses de Mayo a Agosto de 1999.

3.2 MATERIA PRIMA E INSUMOS

3.2.1. MATERIA PRIMA

Se utilizó como materia prima para la elaboración del Expandido de cuerito de cerdo, la piel de cerdo de la canal de raza LANDRACE de 6 meses de edad, aproximadamente con un peso de 62,5 Kg. Se utilizó solamente el crupón o lomo de la carcasa.

3.2.2. INSUMOS

SAL COMÚN. La sal empleada para la preparación de la salmuera fue sal de mesa yodada.

MANTECA DE CERDO. Se utilizó manteca para expandir por fritura el cuero.

Está manteca fue elaborada siguiendo las recomendaciones de **Sanz Egaña (1967)**, sobre elaboración de manteca en forma casera.

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. MATERIALES

- Tablas de picar de teflón.
- Cuchillos de acero Inoxidable
- Regla de medición (30 cm).
- Olla de fierro enlozado (capacidad de 10 litros).
- Espátulas de madera
- Recipientes diversos (tazón, baldes, etc).
- Empaques flexibles:
- Bilaminado de Aluminio de 0,24 mm de espesor para empaque.
- Celofán de alta densidad de 0,24 mm de espesor para empaque.
- Polietileno de Alta densidad de 0,24 mm de espesor para empaque.

3.3.2 EQUIPOS

- Balanza analítica, Sartorius MBH GOTTINGEN, A8-VA Type 1601 A MP8 - 1 GERMANY, con una precisión de 0,1 mg.
- Equipo completo de micro kjeldahl, J.P. selecta S.A. Pro-Nitro CO-0400067.7-Ag.
- Estufa, MEMMERT Type U30-F- Nr822446. (GERMMANY).
- Horno mufla, marca Thermolyne, IMPULSE SEALER, (JAPAN).
- Tostadora Industrial, con capacidad de 2 Kg.
- Vernier Marca Weyersberg de 12 cm de longitud.
- Termómetro de - 10 °C a 360 °C.

3.3.3. REACTIVOS

Los reactivos y materiales necesarios para el análisis químico proximal, tanto de materia prima como del producto terminado fueron:

- Acido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Acido Clorhídrico
- Eter de Petróleo
- Etanol
- Fenolftaleína
- Solución Saturada de Yoduro de Potasio
- Tiosulfato de sodio
- Reactivo de Wijs
- Soluciones Saturadas para isotermas de adsorción
- * Acido sulfúrico con 0,0 % de H.R.
- * Cloruro de litio (11,0 % de H.R.)
- * Acetato de potasio (23,4 % de H.R.)
- * Cloruro de magnesio (33,0 % de H.R.)
- * Bicromato de sodio (50,3 % de H.R.)
- * Nitrato de sodio (64,0 % de H.R.)
- * Cromato de potasio (87,0 % de H.R.)
- * Nitrato de potasio (93,0 % de H.R.)
- Reactivos para análisis microbiológico:
- * Medio OGA (Oxitetraciclina Glucosa Agar)
- * Solución salina peptonada
- * Agar sulfito de hierro
- * Agar Bairol Parker
- * Parafina
- * Test de Eijkman
- * Kligler Iron Agar
- * Caldo peptonado
- * Caldo rojo de metilo
- * Caldo Voges Proskauer
- * Agar Citrato de Simmons
- * Reactivo de Kovacs (Solución de tetrametil-para-fenil-endiarnina al 1%)



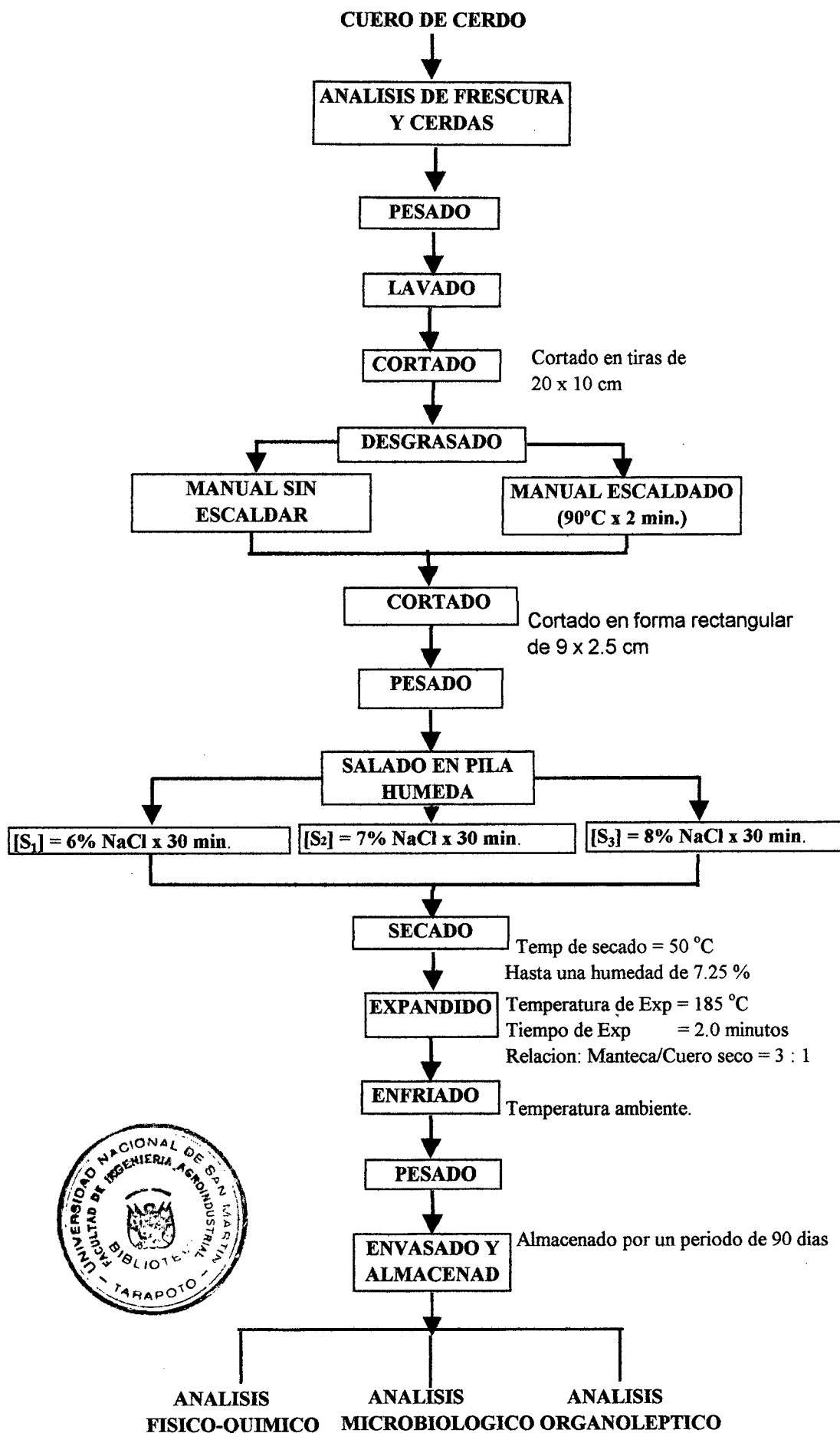
- * Agua destilada
- * Solución A (Reactivo de Gries)
- * Solución B (Reactivo de Gries)
- * Magnesio en polvo
- * Medio Kligler
- * Agar nitrato
- * Sal férrica (Cl_3Fe)
- * Medio de cultivo Taylor

3.4. MÉTODOS

3.4.1. PROCEDIMIENTOS

Para la obtención del expandido de cuerito de cerdo los trabajos preliminares se aprecian en la Figura 05. Antes de realizar el pesado se hizo un control visual de la calidad, que consistió en la verificación de la presencia de cerdas residuales en la piel y en el análisis de frescura de la materia prima.

**Fig. 05: DIAGRAMA DE FLUJO PRELIMINAR DE
EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO**



3.4.2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ETAPAS Y PROCESOS

a) MATERIA PRIMA

Se uso como materia prima la piel de cerdo (cuero), de la raza LANDRACE, adquiriéndose este en el camal frigorífico de la ciudad de Tarapoto (departamento de San Martín). La parte utilizada fue el espaldar (lomo o crupón), que estuvo libre de cerdas y con pequeñas capas de tejido adiposo. Esta materia prima se preparo previamente para lo cual después de la sangría del animal se realizo el escaldado, a una temperatura de 68°C aproximadamente por un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de una mejor extracción de cerdas como recomienda (Tellez, 1995).

b) PESADO

Operación que se hizo con una balanza analítica, con la finalidad de cuantificar las perdidas de peso y obtener el rendimiento del producto.

c) CORTADO

Operación que realizó en dos etapas, la primera en tiras de 20 cm x 10 cm, con la finalidad de poder desgrasar con mayor facilidad; la segunda en tamaño de 9 cm x 2,5 cm para poder uniformizar y someterlos a un previo secado para su posterior expandido.

d) DESGRASADO

El desgrasado se realizó por dos métodos.

El primero consistió en un desgrasado manual sin escaldar y para el **segundo** se escaldo a una temperatura de 90 °C por un tiempo de 2 minutos,

continuándose esta con un desgrasado manual; las mismas que se hizo con el objeto de obtener una buena textura del producto terminado.

e) SALADO EN PILA HÚMEDA

Antes de la operación de salado se preparó la salmuera, la cual se hizo agregando sal a un cierto volumen de agua, luego se hirvió con la finalidad de eliminar las bacterias del medio disolvente y de las sustancias disueltas, se dejó enfriar por un tiempo de 24 horas, se filtró y se midió su concentración con un salinómetro, preparando así salmueras de 6, 7 y 8 °Be de concentración. Esta operación se hizo para dar una buena calidad Organoléptica al producto terminado, utilizándose salmueras de distintas concentraciones.

Salmuera al 6%; por un tiempo de 30 minutos.

Salmuera al 7%; por un tiempo de 30 minutos.

Salmuera al 8%, por un tiempo de 30 minutos.

De las cuales por una evaluación sensorial se escogió al mejor tratamiento.

f) SECADO

El secado se realizó a una temperatura de 50°C, hasta que el cuero de cerdo alcanzó una humedad no mayor del 7,25%. Teniendo un tiempo aproximado de 15 horas, 15 minutos. El equipo secador contaba con un regulador de temperatura, velocidad de aire de secado, el cual permitió obtener parámetros de secado para establecer su curva.

g) EXPANDIDO

El expandido se realizó por fritura, utilizando manteca de cerdo en una relación de 3:1 (manteca/piel seca de cerdo) con una temperatura de expandido de 185°C por un tiempo de dos minutos.

h) ENFRIADO

Los cueros expandidos se enfriaron en la misma sala de proceso hasta alcanzar la temperatura ambiente.

i) EMPACADO Y ALMACENAJE

Se realizó en forma manual pesándose 75g de expandido de cuerito de cerdo. En esta operación se utilizaron tres tipos de empaques flexibles: Bilaminado de Aluminio, Polietileno y Celofán de alta densidad, con la finalidad de determinar el empaque adecuado para su almacenamiento.

El producto empaçado se almaceno bajo dos condiciones: Una a temperatura ambiente de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ y otro a temperatura de 37°C mantenida constantemente en una estufa por un espacio de 90 días. Se controló cada 15 días el % de humedad, el % de acidez expresado como ácido oleico, el índice de yodo, índice de peróxido como meq O_2/Kg . de grasa, para cada empaque utilizado. Además de este análisis químico se hizo pruebas de análisis sensorial y microbiológicos cada 30 días, evaluando características organolépticas como el color, olor, sabor y textura.

Los mismos que fueron comparados y analizados, mediante un modelo estadístico (DBCA) con arreglo factorial para determinar el mejor empaque.

3.4.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico para fines del presente trabajo de investigación fue el DBCA con arreglo factorial: uno del tipo 2A3B con 03 repeticiones, para la interpretación de los datos en el caso del (DESGRASADO-SALADO); y otro modelo 2T3E en el caso de (EMPACADO-ALMACENADO).

DESGRASADO-SALADO

Se utilizaron 2 factores con dos y tres niveles respectivamente lo cual conlleva a seis combinaciones. Los parámetros estudiados fueron las características organolépticas, donde se midió la aceptación del salado a través del sabor y el desgrasado con el grado de textura.

Factores :	Nivel
(A) Desgrasado.	(a ₁) Desgrasado sin escaldar (a ₂) Desgrasado escaldado
(B) Salado en pila húmeda	(b ₁) 6% Na Cl x 30 minutos. (b ₂) 7% Na Cl x 30 minutos (b ₃) 8% Na Cl x 30 minutos

EMPACADO Y ALMACENAJE

Se utilizó dos factores con sus respectivo niveles tal como se muestra:

Factores:	Nivel
(T)Temperatura	(t ₁) almacenamiento a temperatura de $\pm 28^{\circ}\text{C}$. (t ₂) almacenamiento en estufa a temperatura a 37°C .
(E) Empaque	(e ₁)empaque de bilaminado de aluminio. (e ₂)empaque de celofán de alta densidad. (e ₃)empaque de polietileno de alta densidad.

El cual se evaluó durante 90 días, cada 15 días realizando un análisis químico y cada 30 días las pruebas de análisis sensorial.

3.5. ANÁLISIS EFECTUADOS

A) MATERIA PRIMA (Cuero de Cerdo)

Se realizaron los siguientes análisis:

1) ANÁLISIS PROXIMAL

- Determinación de Proteína (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Grasas (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Humedad (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Ceniza (A.O.A.C. 1989).

B) DEL PRODUCTO EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO

1) EVALUACION SENSORIAL, Para determinar el mejor tratamiento se realizó una evaluación sensorial con 10 panelistas semientrenados quienes hicieron uso del método afectivo de escala Hedónica donde se evaluaron los atributos de color, olor, textura y sabor del expandido de cuerito de cerdo.

Al mejor producto resultante de esta evaluación se le practicaron los análisis físico-químicos.

2. ANALISIS FISICO-QUIMICO.

- Determinación de Proteína (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Grasas (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Humedad (A.O.A.C. 1989).
- Determinación de Ceniza (A.O.A.C. 1989).
- Índice de Iodo, método de Wij's (A.O.C.S, 1989).
- Índice de Peróxido (A.O.C.S, 1989).

- Índice de Acidez (A.O.C.S, 1989).

C) DURANTE EL ALMACENAMIENTO:

Se practicaron los siguientes análisis:

1) ANALISIS FISICO-QUIMICO, Este análisis se realizó cada 15 días durante 3 meses a fin de evaluar cambio en los diferentes empaques los cuales se midieron con las siguientes determinaciones.

- Determinación de Humedad (A.O.A.C. 1989).
- Índice de Iodo, método de Wij's (A.O.C.S, 1989).
- Índice de Peróxido (A.O.C.S, 1989).
- Índice de Acidez (A.O.C.S, 1989).
-

2) EVALUACION SENSORIAL, Esta evaluación se realizó cada 30 días durante tres meses de almacenamiento evaluando mediante el método de score los atributos de color, olor, textura y sabor de los productos para cada tipo de empaque.

3) ANALISIS MICROBIOLOGICOS

Para ver la bondad del procesamiento adecuado en cuanto a contaminación se hicieron los siguientes análisis microbiológicos:

- Numeración de hongos y levaduras.
- *Staphylococcus aureus*
- Microorganismos indicadores de contaminación fecal.
 - *E.coli*
 - *Salmonella sp.*

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. BENEFICIO DEL ANIMAL Y OBTENCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Se procedió como recomienda Tellez (1995), para lo cual se hizo reposar por 24 horas al animal antes de la sangría, obteniéndose de esto 3,5 Lt. de sangre, una vez concluida la sangría, se escaldó al animal con agua a una temperatura de 68 °C por espacio de 5 minutos con una ligera agitación para uniformizar el escaldado.

Esta operación se hizo con la finalidad de facilitar la extracción de cerdas y no producir daños en la piel del cerdo al momento de extraerlas, concluida esta operación se hizo el eviscerado. Obteniéndose así el canal de cerdo con un peso de 62,5 Kg.

Del balance de materia obtenemos los resultados que se muestran en los cuadros 06 y 07.

CUADRO 06 RESULTADOS DEL BENEFICIO DEL ANIMAL

PRODUCTOS	CANTIDAD
VÍSCERAS	8,15 kg
- Lengua	0,70 Kg
- Corazón	0,30 Kg
- Pulmones	0,50 Kg
- Hígado	1,80 Kg
- Riñones	0,20 Kg
- Bazo	0,25 Kg
- Estómago	1,90 Kg
- Intestinos	2,50 Kg
Residuos	3,50 Kg

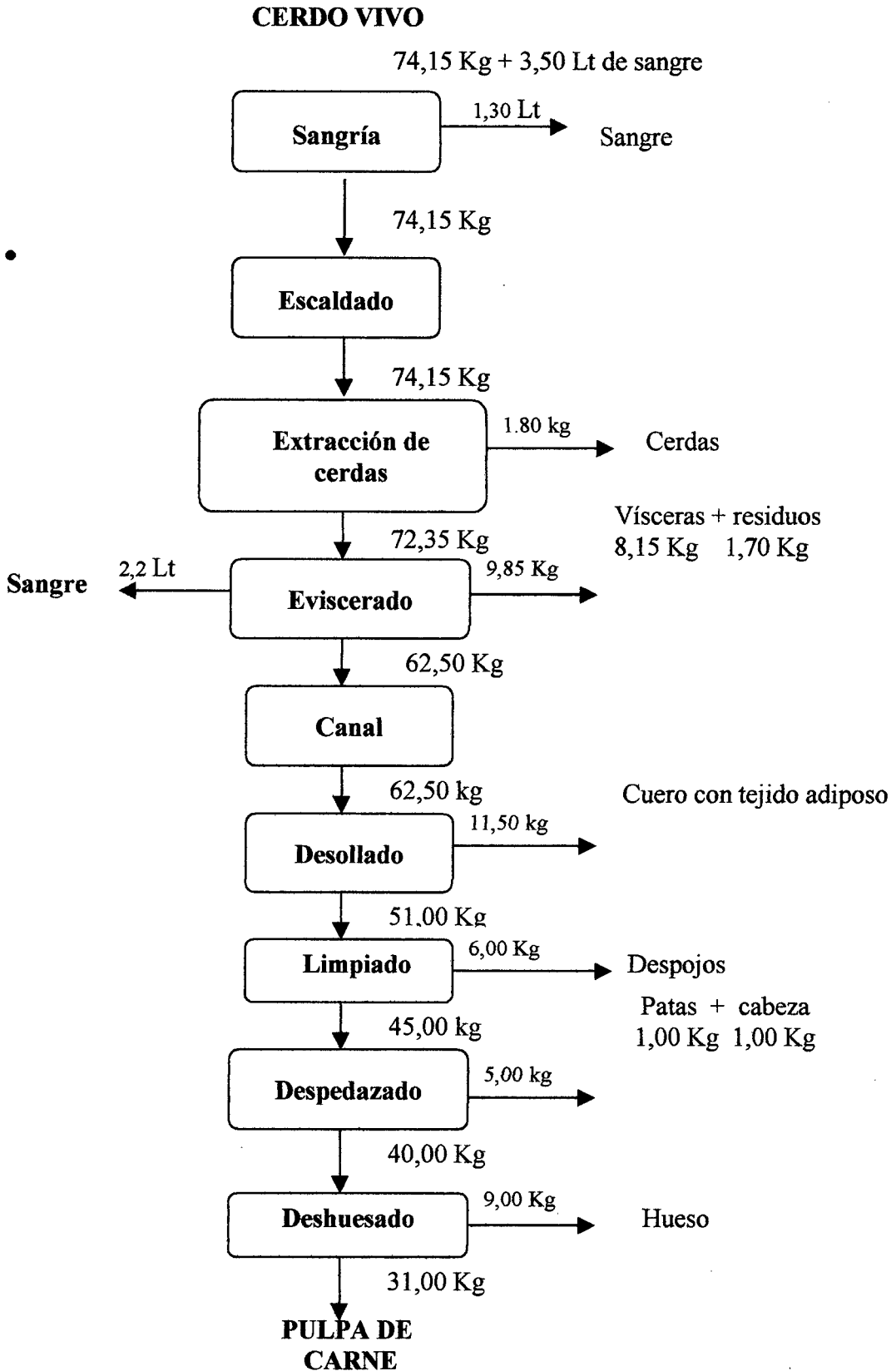
CUADRO 07 RESULTADOS DEL BENEFICIO DE LA CANAL

PRODUCTO	CANTIDAD	%
PULPA DE CARNE	31,00 Kg	49,60
CABEZA	4,00 Kg	6,40
PATA	1,00 Kg	1,60
CUERO O PIEL *	11,50 Kg	18,40
HUESOS	9,00 Kg	14,40
DEPOJOS	6,00 Kg	9,60
TOTAL	62,50 kg	100,00

* Viene a ser la materia prima que se utilizó en el trabajo de investigación.

Fig 06

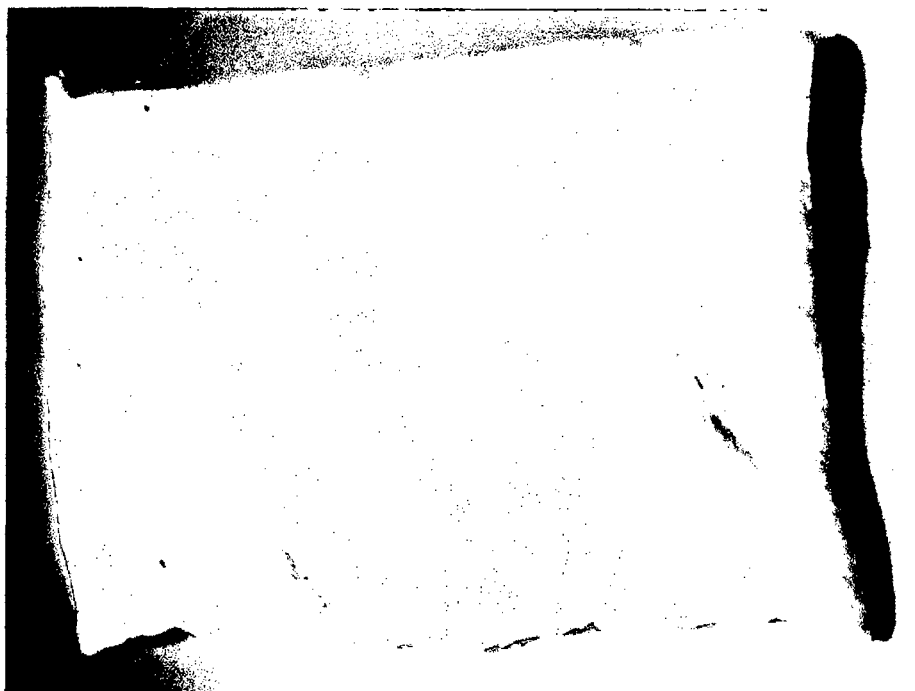
Balance de masa para la obtención de la materia prima



4.2. PIEL DE CERDO

La materia prima utilizada en el presente estudio fue piel de cerdo tomado de la parte espaldar (Lomo o Crupón), la cual estuvo libre de cerdas.

Fig. 07 Piel de cerdo de la raza Landrace de 6 meses de edad de la parte del lomo o crupón.



CUADRO N° 08 ANÁLISIS PROXIMAL DE LA PIEL DE CERDO

COMPONENTE	PORCENTAJE %
Humedad	59.80
Grasa	17.81
Proteína	21.72
Ceniza	0.67

El análisis proximal de la composición de la piel de cerdo, comparativamente con los de Sanz (1967) y Tellez (1995) no muestran diferencias en cuanto a su

composición ya que se encuentran dentro del rango tal como se muestra:
 Humedad 59-61%, Grasa 10-20 %, Proteína 20-29 %, Ceniza 0,6-0,7 %.

La composición química de la piel de cerdo es importante ya que nos permite conocer y anticipar los fenómenos que ocurren durante el proceso de elaboración del producto en estudio.

4.3 PROCESAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA

4.3.1. CORTADO

Para el procesamiento del Expandido de cuerito de cerdo se hizo dos cortes: Corte 1 y Corte 2. Como se aprecia en el cuadro 09.

CUADRO 9 RESULTADOS DEL CORTADO DEL CUERO DE CERDO

Características	Corte 1	Corte 2
Longitud (cm)	20,00	9,00
Ancho (cm)	10,00	2,50
Espesor (cm)	0,50	0,50

El corte 1, permitió tener un mejor desgrasado ya que dio facilidad para este menester, además de permitirnos una mejor condición de trabajabilidad con los cueros que se les ha practicado un escaldado, por que estos por el mismo tratamiento dado, se vuelven de una textura más suave.

El corte 2, se hizo con la finalidad de uniformizar el tamaño para un posterior secado y expandido.

4.3.2. DESGRASADO MANUAL

En el cuadro 10 se muestra los resultados obtenidos de esta operación.

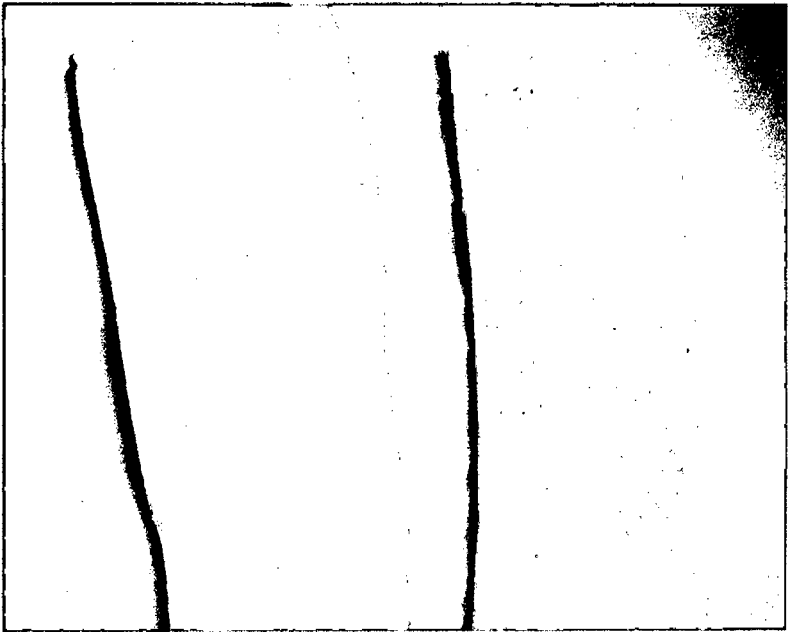
Para el desgrasado escaldado los parámetros utilizados fueron temperatura de 90 °C por un tiempo de 1, 2, 3, 4, y 5 minutos apreciándose estos en el siguiente cuadro.

CUADRO 10 RESULTADOS DEL DESGRASADO MANUAL

PRODUCTO	DESGRASADO SIN ESCALDAR(a ₁)	DESGRASADO ESCALDADO (a ₂)				
		1 min.	2 min.	3 min.	4 min.	5min.
Cuero + Tejido adiposo(%)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Tejido adiposo(%)	70,50	70,50	70,00	69,50	70,30	70,00
Cuero (%)	29,00	28,50	29,50	28,00	25,90	25,50
Perdida (%)	1,00	1,50	0,50	2,50	3,80	4,50

Del cuadro 10 se eligió el desgrasado escaldado a una temperatura de 90 °C por un tiempo de dos minutos, teniendo en cuenta el % de rendimiento en cuero y el % de perdida.

Fig. 08 Piel de cerdo desgrasada con un tratamiento de escaldado a 90°C x 2 minutos.



Para la operación del desgrasado se practicó dos tratamientos (a_1) y (a_2), a_1 es un desgrasado sin escaldar y (a_2) desgrasado escaldado a 90 °C por dos minutos; de estos tratamientos resulto como el mejor el (a_2) determinándose en el producto terminado a través de su textura con una prueba de aceptación tal como se muestra en el anexo 03 (Cuadro 23, Análisis de Varianza en cuanto a textura y resultado de la prueba de significancia de Duncan).

Con la temperatura de 90 °C se obtuvo un producto con una buena textura (suave y crocante) y se redujo la carga microbiana del producto.

Los productos obtenidos por un desgrasado sin escaldar son de una textura dura.

4.3.3. SALADO EN PILA HÚMEDA

El salado en pila húmeda se hizo con tres concentraciones 6,7 y 8 °Be, midiéndose el grado de aceptabilidad de salado a través del sabor del producto terminado (expandido de cuerito de cerdo).

El grado de salado se estableció utilizando una evaluación sensorial con escala HEDONICA de 7 puntos (ver Anexo 03, Cuadro 24 y Resultado de la prueba de significancia de Duncan), en la cual se encontró diferencia significativa de la concentración 7°Be, con las concentraciones 6°Be y 8°Be.

Por lo tanto la mejor concentración de sal utilizada, considerada como promedio de aceptación fue el de 7 °Be. En el cuadro 11 se presenta los resultados de este proceso.

CUADRO 11**RESULTADO DE SALADO EN PILA HÚMEDA**

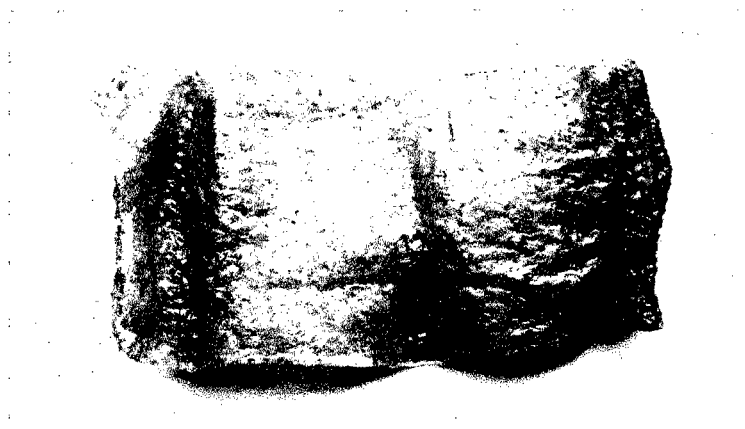
MÉTODO SALADO	CONCENTRACIÓN DE SAL (°Be)	TIEMPO DE SALADO (min)	CARACTERISTICA SENSORIAL DEL SALADO
- Salado Pila Húmeda	6	30'	Salado desabrido
- Salado Pila Húmeda	7	30'	Salado aceptable
- Salado Pila Húmeda	8	30'	Salado picante

4.3.4. SECADO

La piel de cerdo se secó en una estufa con recirculación de aire caliente obteniendo los parámetros que nos permitió elaborar su curva de secado según los métodos citados por Geankoplis (1978) y Ocón-Tojo (1980).

La humedad inicial del cuero es de 59,8%, (Cuadro 08), pero en el proceso de salado en pila húmeda este absorbe agua incrementado su humedad en un rango de 4-6% llegando hasta 65,77%, entrando con esta humedad al proceso de secado donde alcanza una humedad de 7,25%. Los cálculos de la curva de secado se encuentran en el Anexo 01.

Fig. 09 Piel de cerdo seco, con una humedad de 7.25% secado a una temperatura de 50°C.



En el Cuadro 12 se encuentran los parámetros de sacado del cuerito de cerdo.

CUADRO 12 PARAMETROS DEL SECADO DE CUERITO

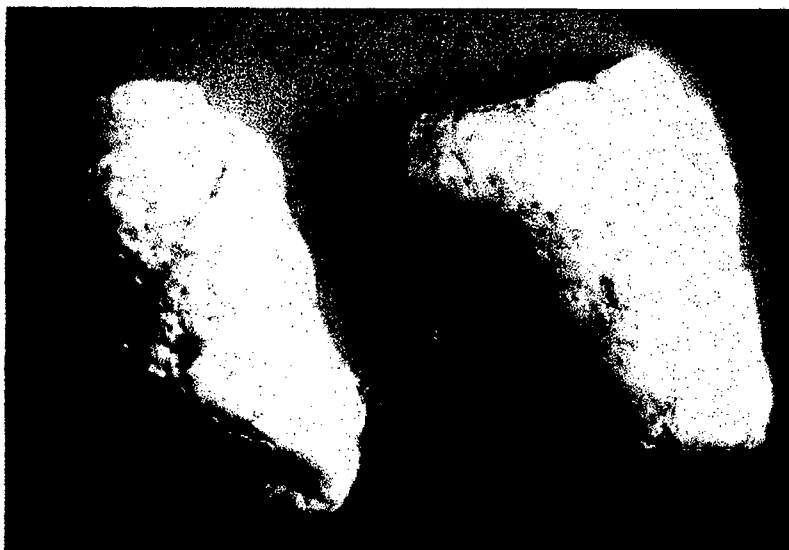
PARÁMETROS DEL SECADO	CONDICIÓN	
	DEL MEDIO	DEL PRODUCTO
Temperatura de Bulbo Seco	50 °C	AMBIENTE
Temperatura del Bulbo Húmedo	31 °C	AMBIENTE
Humedad Inicial		65,77 %
Humedad Final		7,25 %
Velocidad de Secado		$3,2 \times 10^{-4} \text{ grH}_2\text{O/cm}^2 \text{ min}$
Forma		Paralelepípedo rectangular

4.3.5. EXPANDIDO

Este proceso se hizo en manteca de cerdo a una temperatura de 185°C, con un tiempo de 2 minutos, donde se tuvo en cuenta la estabilidad térmica del medio y su acidez. La acidez de la manteca tuvo un valor de 0,68%.

El expandido se logra al eliminar en forma de vapor el agua del cuero de cerdo.

Fig. 10 **Piel o cuero de cerdo expandido.**



La temperatura de ebullición de la manteca es de 185°C y a mayores de ésta empieza el punto de humeo, lo cual hace variar las características organolépticas del producto, además temperaturas menores de 185°C trae consigo un mayor tiempo de permanencia del producto en este medio, lo que hace que se queme.

Charley (1987), manifiesta que cuando las grasas se calientan en contacto con el aire hasta temperaturas de desprendimiento de humo, ocasionan la formación del aldehidos insaturados denominado acroleína (formación de un gas azul), el cual puede transferir un mal olor y sabor al producto, comparativamente el producto mostró un gran grado de aceptación por sus características organolépticas (ver Anexo 03) descartando así la formación de este gas.

Aleixandre (1996), manifiesta que la temperatura de desprendimiento de humo está en relación con su % de acidez como se muestra en el Cuadro 05, siendo así la manteca utilizada en este trabajo para este fin, se encuentra dentro del rango.

Las características físico-químicas de este producto se muestran en el siguiente Cuadro:

**CUADRO N°13 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DEL EXPANDIDO
DE CUERITO DE CERDO**

COMPONENTE	PORCENTAJE %
HUMEDAD	5,79 %
GRASA	16,58 %
PROTEÍNA	70,15 %
CENIZA	6,90 %
INDICE DE YODO	74,74 %
INDICE DE ACIDEZ (ácido oleico)	0,01 %
INDICE DE PERÓXIDO (meq. O ₂ /Kg.)	0,00 %

4.3.6 EMPACADO

Operación que se llevo a cabo utilizando 3 diferentes empaques flexibles, tales como:

- Bilaminado de aluminio, con un espesor de 0,24 mm.
- Celofán de alta densidad, con un espesor de 0,24mm.
- Polietileno de alta densidad, con un espesor de 0,24mm.

Donde cada producto de aproximadamente 75 g se selló herméticamente y se llevó a un proceso de almacenamiento.

4.3.7 PRUEBAS DE CONTROL DE ALMACENAMIENTO

Esta prueba se hizo para ver el comportamiento del expandido de cuerito de cerdo empacado, para ello se realizaron pruebas como: análisis de humedad, índice de Yodo, índice de acidez e índice de peróxido, aplicados a los productos

contenidos en cada uno de los empaques antes mencionados. Los resultados de esta prueba se muestran en los Cuadros 14 y 15, cuyos datos fueron graficados, los mismos que aparecen en las Figuras 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18.

Según los Cuadros 14 y 15 que muestran los análisis de almacenamiento en condiciones de temperatura de 28 y 37°C, el empaque que presentó mayor y mejor estabilidad durante 90 días de estudio, es el bilaminado de aluminio, mientras que los empaques de polietileno y celofán de alta densidad no presentan éstas características, manifestándose cambios pronunciados a los 60 días de almacenamiento tanto en contenido de humedad, índice de yodo, índice de peróxido e índice de acidez. A parte del análisis físico químico que manifiesta éstos cambios, también hubo cambios en los análisis organolépticos como una textura chiclosa, sabor y olor a rancio como se aprecia en el Anexo 05.

**CUADRO 14 RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 28°C
DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO**

ANALISIS	ALMACENAMIENTO EN DIAS																				
	0			15			30			45			60			75			90		
	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P
HUMEDAD	5.8	5.8	5.8	5.8	6.58	6.25	5.8	6.9	6.4	5.8	7.6	7.2	5.9	8.9	8.60	5.84	9.00	8.80	5.83	9.35	8.85
INDICE DE YODO	75	75	75	75	71	72.27	75	68	70	75	65	67	75	61	63	75	60	61	74.80	59.5	61.20
INDICE DE PEROXIDO	0	0	0	0	0	0	0	10	8	0	15	14	0	11	15	0	17	12	0.00	19.00	13.80
INDICE DE ACIDEZ	0.011	0.011	0.011	0.011	0.02	0.034	0.011	0.038	0.036	0.011	0.049	0.04	0.011	0.043	0.035	0.011	0.044	0.038	0.011	0.045	0.04

**CUADRO 15 RESULTADOS FISICO-QUIMICOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO A 28°C
DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO**

ANALISIS	ALMACENAMIENTO EN DIAS																				
	0			15			30			45			60			75			90		
	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P	B	C	P
HUMEDAD	5.8	5.8	5.8	5.9	7.82	7.52	5.9	9.2	8.4	5.9	8.9	8.6	5.9	11	9.5	5.8	11	9.2	5.84	10.5	9.32
INDICE DE YODO	75	75	75	75	69	71.8	74	65	68	75	62	65	75	57	61	75	52	55	74.74	52.5	54.8
INDICE DE PEROXIDO	0	0	0	0	5.6	3.7	0	14	9.8	0	19	16	0	26	22	0	22	20	0	24.8	21.5
INDICE DE ACIDEZ	0.011	0.011	0.011	0.011	0.04	0.025	0.011	0.043	0.037	0.011	0.055	0.045	0.011	0.062	0.05	0.011	0.062	0.06	0.011	0.07	0.06

Donde:

B: Empaque de Bilaminado de aluminio

C: Empaque de celofán de alta densidad

P: Empaque de polietileno de alta densidad

ANÁLISIS DE HUMEDAD

En los cuadros 14 y 15 se nota que no existe un incremento de humedad en los productos empacados en empaque de bilaminado de aluminio, mientras que en los empaques de polietileno y celofán, ambos de alta densidad, se manifiesta un incremento de humedad de 3,07% y 3,09% respectivamente, esto a los 60 días de almacenamiento, incrementándose aún más hasta los 90 días.

Este incremento es más notorio en el Cuadro 15, debido a la permeabilidad de los empaques que varía de acuerdo a la temperatura como indica Salas (1996).

El incremento de humedad en los empaques de polietileno y celofán, se debe a su alta permeabilidad de $6,53 \times 10^{-8}$ y $0,16 \times 10^{-6}$ (cm^3 soluto/seg. Cm^2 atm/cm) respectivamente, frente a la permeabilidad del empaque de bilaminado de aluminio que es de $0,029 \times 10^{-8}$ (cm^3 soluto/seg. cm^2 atm/cm), según lo indicado por Geankoplis (1978).

Las Figuras N° 11 y 12 muestran las variaciones de humedad del producto bajo las diferentes condiciones de almacenamiento de cada empaque durante 90 días, manifestándose lo mencionado por Salas (1996), quien indica que un incremento de temperatura hace que el material sea mucho más permeable.

De acuerdo a las Figuras N° 06 y 07 los productos empacados en bilaminado de aluminio presentaron un período de vida estable durante este tiempo de almacenamiento, debido a que el empaque no cambia sus características físico-químicas, como son su permeabilidad y degradación de sus componentes; mientras que en los empaques de polietileno y celofán de alta densidad hubieron estos cambios manifestándose a los 60 días de almacenamiento donde los productos ganaron humedad hasta un % de 8,60-11 ocasionando cambios desagradables en sus características organolépticas. (Ver Anexo 05).

FIGURA 11
PORCENTAJE DE HUMEDAD EN ALMACENAMIENTO A UNA
TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO,
ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES.

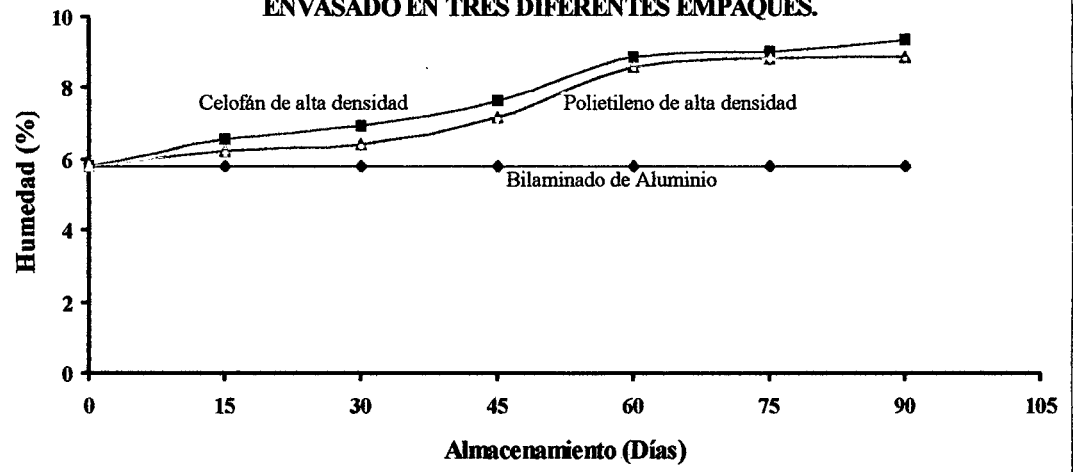
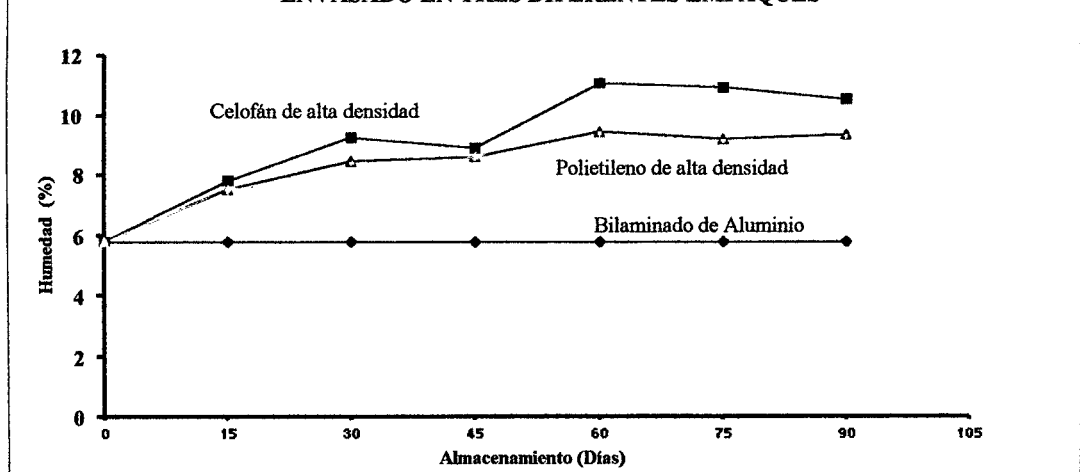


FIGURA 12
PORCENTAJE DE HUMEDAD EN ALMACENAMIENTO A UNA
TEMPERATURA DE 37 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO,
ENVASADO EN TRES DIFERENTES EMPAQUES



INDICE DE YODO

Los productos empacados en empaque bilaminado de aluminio no presentaron ningún cambio significativo con respecto al índice de yodo. Las variaciones que se reflejan en los Cuadros 14 y 15 se deben a la propia composición del producto, éstas variaciones son alrededor de +0,06 puntos, y sin embargo para los empaques de polietileno y el celofán de alta densidad existe un descenso de -13,54 puntos y -15,24 puntos respectivamente.

Potter (1973), manifiesta que el índice de yodo mide el grado de insaturación de una grasa y su mecanismo de reacción es el número de yodo absorbido por 100 g de grasa. Al existir una transferencia de vapor de agua (humedad) a través de los polímeros del empaque, el índice de yodo tiende a bajar ya que el oxígeno presente en el vapor de agua reacciona en los sitios de insaturación de la grasa, formando compuestos inestables como los peróxidos lipídicos.

Las Figuras 13 y 14 muestran gráficamente estos cambios antes mencionados en el transcurso de 90 días de almacenamiento.

En las Figuras 13 y 14 el producto almacenado a temperaturas de 28°C y 37°C, en empaque de bilaminado de aluminio, se mantuvo constante durante el periodo de estudio, lo cual demuestra que no permite la difusividad de oxígeno hacia el producto, mientras en los empaques de celofán y polietileno de alta densidad presentan cambios significativos en el análisis de índice de yodo, descendiendo notoriamente a partir de los 15 días.

FIGURA 13
INDICE DE YODO OBSERVADO EN ALMACENAMIENTO A
TEMPERATURA DE 28 °C DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE
ENVASADO EN TRES DIFERENTES

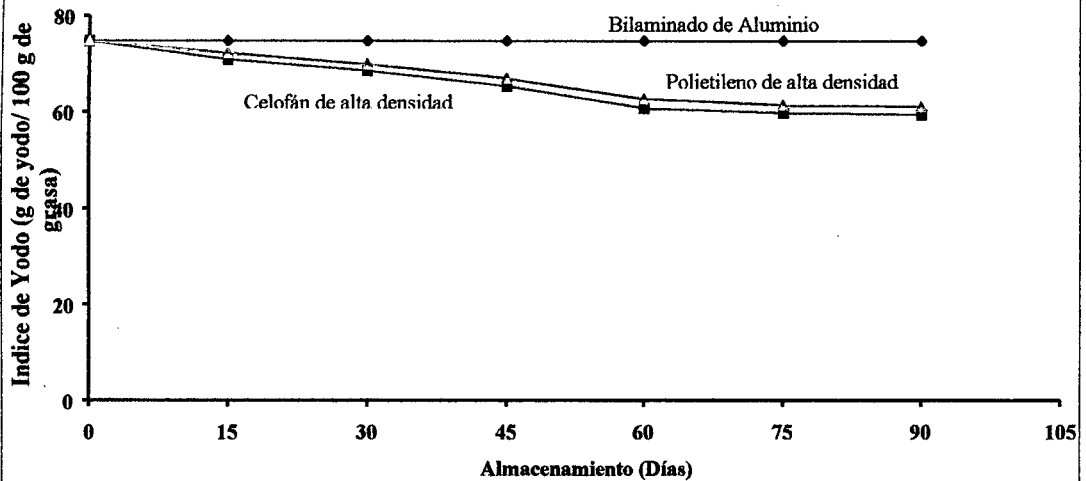
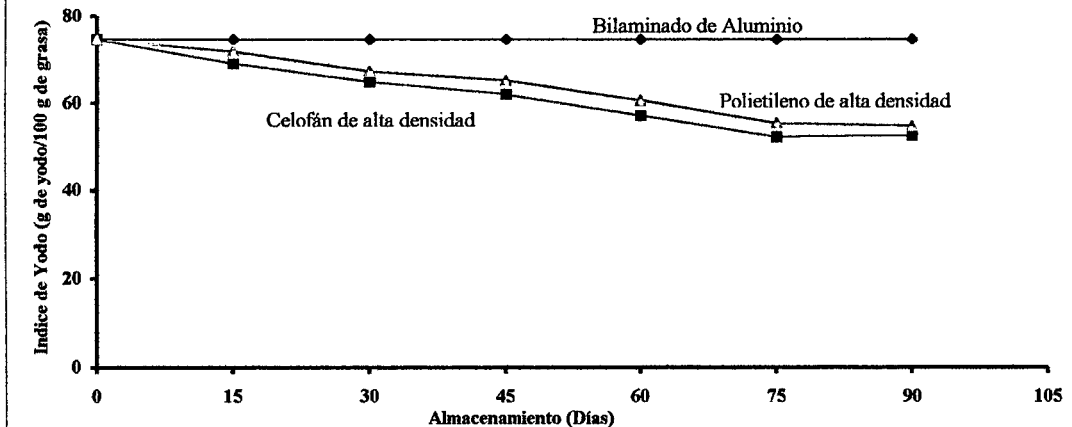


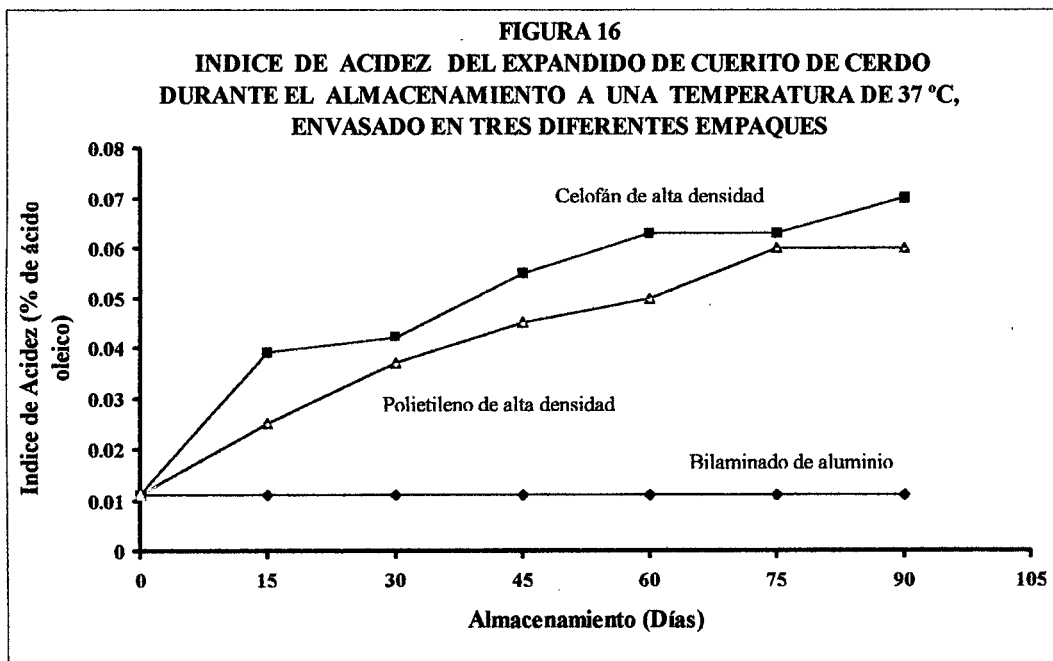
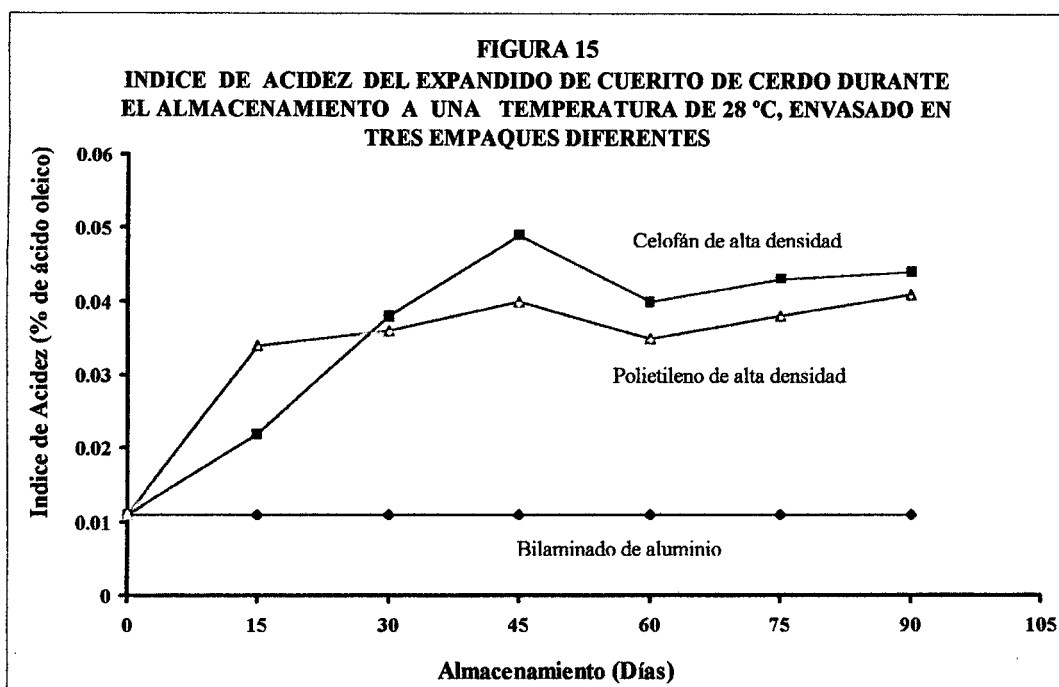
FIGURA 14
INDICE DE YODO OBSERVADO EN ALMACENAMIENTO A UNA
TEMPERATURA DE 37 °C DE EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO,
ENVASADO EN TRES DIFERENTES



INDICE DE ACIDEZ

En los Cuadros 14 y 15 se muestran los resultados de índice de acidez del producto expresado como ácido oleico donde en el empaque bilaminado de aluminio, la acidez se mantiene constante en 0,011% de ácido oleico, lo que no sucede en los empaques de polietileno y celofán de alta densidad que varían a partir de 15 y 90 días de almacenamiento.

La variación que existe en los empaques de polietileno y celofán de alta densidad es debido a la alta permeabilidad de éstos empaques frente al vapor de agua, y que con la presencia del O_2 los ácidos grasos insaturados del producto forman ácidos grasos libres, lo cual se manifiesta en el índice de acidez que mide el porcentaje de ácidos grasos libres. En las Figuras 15 y 16, en el producto contenido en empaque de polietileno y celofán de alta densidad, el índice de acidez comienza a incrementarse desde los 15 días de almacenamiento, siendo aun mayor a los 45 días donde alcanza un porcentaje de acidez de 0,040 a 0,049% en un almacenamiento a temperatura de 28°C, en esta misma condición existe un descenso de acidez a los 60 días y nuevamente aumenta a los 75 y 90 días de almacenamiento.



INDICE DE PEROXIDO

Con respecto al índice de peróxido, los productos empacados en empaque de bilaminados de aluminio no sufrieron reacciones de oxidación como se muestra en los Cuadros 14 y 15, mientras que con los productos empacados en polietileno y celofán de alta densidad si existe un incremento del índice de peróxido, a partir de los 15 días, llegando a 3,7 y 5,6 meq O₂/Kg. de grasa en un almacenamiento de 37°C, mientras que los productos almacenados a 28°C no sufren ningún cambio de esta naturaleza durante los primeros 15 días en ninguno de los empaques.

Los cambios de índice de peróxido en productos empacados en polietileno y celofán de alta densidad se van incrementando aún más a los 30, 45, 60, 75, y 90 días en ambas condiciones de almacenamiento, tal como se aprecian en los cuadros 14 y 15.

El incremento del índice de peróxido es consecuencia de la alta permeabilidad y transparencia de éstos empaques frente al vapor de agua y la luz. Siendo el O₂ responsable de la formación de peróxidos libres que bajo las condiciones de temperatura elevada aceleran las reacciones de oxidación de las grasas.

ITINTEC, a través de su **Norma 209-006-68**, recomienda para consumo humano un rango de índice de peróxido de 1 a 20 meq O₂/Kg, mientras que **(Pearson, 1976)**, especifica que un alimento con índice de peróxido de 0 a 6 meq O₂/Kg es sinónimo de fresca.

Tomando éstos enunciados y remitiéndonos a los Cuadros 14 y 15 se afirma que el producto contenido en empaque de bilaminado de aluminio cumple estas condiciones durante los 90 días de almacenamiento, mientras que los productos contenidos en polietileno de alta densidad y celofán de alta densidad a partir de los 60 días de almacenamiento se encuentran fuera de estos rangos, por tener índice de peróxido de 22,3 y 25,7 de meq O₂/Kg de grasa.

FIGURA 17
INDICE DE PEROXIDO, DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL
ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 28 °C , ENVASADO EN TRES
EMPAQUES DIFERENTES

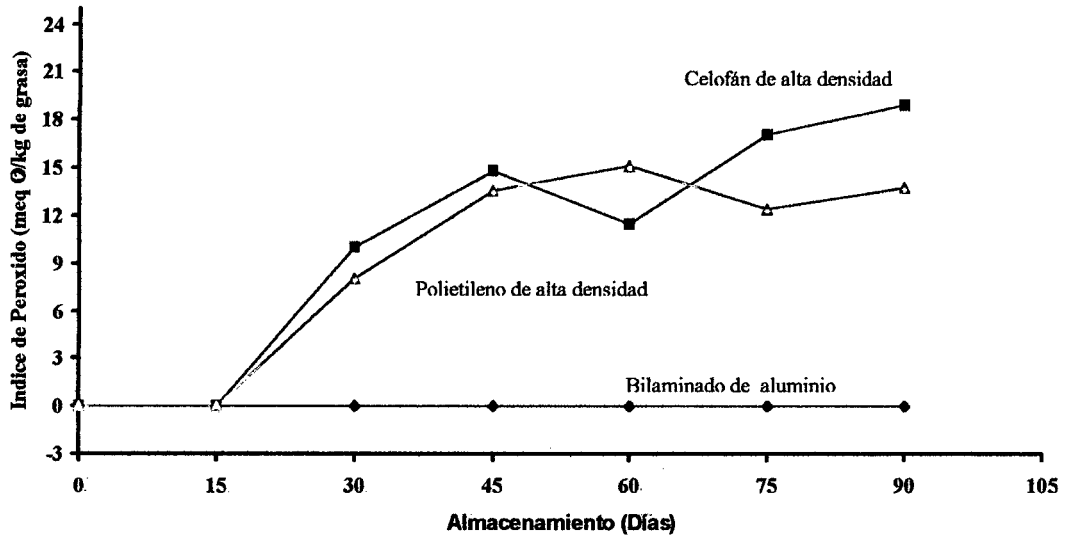
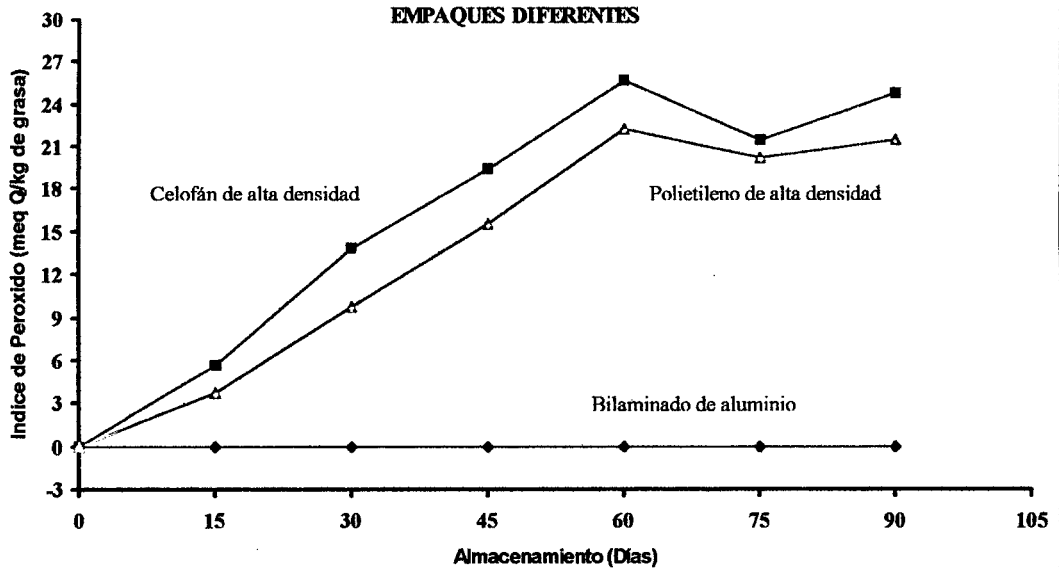


FIGURA 18
INDICE DE PEROXIDO DEL EXPANDIDO DEL CUERITO DE CERDO DURANTE EL
ALMACENAMIENTO A UNA TEMPERATURA DE 37°C , ENVASADO EN TRES
EMPAQUES DIFERENTES



4.4 SELECCIÓN DEL EMPAQUE ADECUADO PARA EL ALMACENAMIENTO

Para la selección del empaque mas adecuado se hizo teniendo en cuenta el comportamiento del producto almacenado hasta 90 días, los cuales no manifestaron cambios significativos en las características organolépticas y fisico-químicas del producto terminado; también se tuvo en cuenta la permeabilidad y transparencia de los empaques que mucho influye en este tipo de producto. Estos resultados se aprecian en el Cuadro 16.

CUADRO 16 SELECCION DEL EMPAQUE ADECUADO PARA EL ALMACENAMIENTO

MATERIAL DE EMPAQUE	Características Organolépticas del Expandido de Cuerito de Cerdo				OBSERVACIONES
	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	
Bilaminado de aluminio	B U E N O	B U E N O	B U E N O	B U E N O	Los productos contenidos, mantienen toda sus características organolépticas durante los 90 días de almacenamiento.
Polietileno de Alta densidad	B U E N O	R E G U L A R	M A L O	M A L O	Los productos contenidos no mantienen todas sus C.O., empezando a disminuir a partir de los 30 días, como consecuencia de su permeabilidad al vapor de agua.
Celofán de Alta densidad	B U E N O	R E G U L A R	M A L O	M A L O	Los productos contenidos en estos no difieren de aquellos que se encuentran en los empaques de polietileno, por lo que se considera la misma simbología.

Según los resultados de los Cuadros 14, 15 y 16, el empaque adecuado para el almacenamiento prolongado de 90 días es el bilaminado de aluminio ya que el producto mantiene todas sus características organolépticas y físico químicas sin alterar, tal como el producto inicial.

Según el Anexo 04, existe diferencia significativa a un nivel de 5% del empaque bilaminado de aluminio, en contraste con los empaques de polietileno y celofán de alta densidad, tanto en el almacenamiento a temperaturas de 28 y 37°C. Pero, no existiendo estadísticamente diferencia entre empaques de polietileno y celofán de alta densidad bajo las distintas condiciones de almacenamiento que son (28 y 37°C), por lo mismo que son permeables a la humedad y luz que afecta al producto empacado en sus características organolépticas.

Sin embargo lo máximo que se podría almacenar el producto empacado en polietileno y celofán de alta densidad es de 45 días, y que aún mantienen muchas de sus características sensoriales.

4.5. PARAMETROS TECNOLOGICOS DEFINITIVOS PARA EL PROCESO Y ELABORACION DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO

Los parámetros tecnológicos definitivos del proceso se muestran en la Figura 19, los mismos que se obtuvieron mediante sucesivas evaluaciones físico-químicas, sensoriales y microbiológicas del producto.

Pesado, se hizo en una balanza analítica con la finalidad de cuantificar las pérdidas en el proceso.

Lavado, se hizo con agua potable, para eliminar algunos rastros de sangre que presenta el cuero después del desollado.

Cortado, se practicó dos cortes, corte 1 en tiras de 20 cm de largo x 10 cm de ancho, corte 2 de 9 cm de largo por 2,5 cm de ancho.

Desgrasado escaldado, a 90°C x 2 min, obteniendo con este método un producto terminado con una textura quebradiza y crocante.

Salado pila húmeda, a los cueros de cerdo procedentes del segundo corte se sometieron a un proceso de salado a 7°C x 30 min.

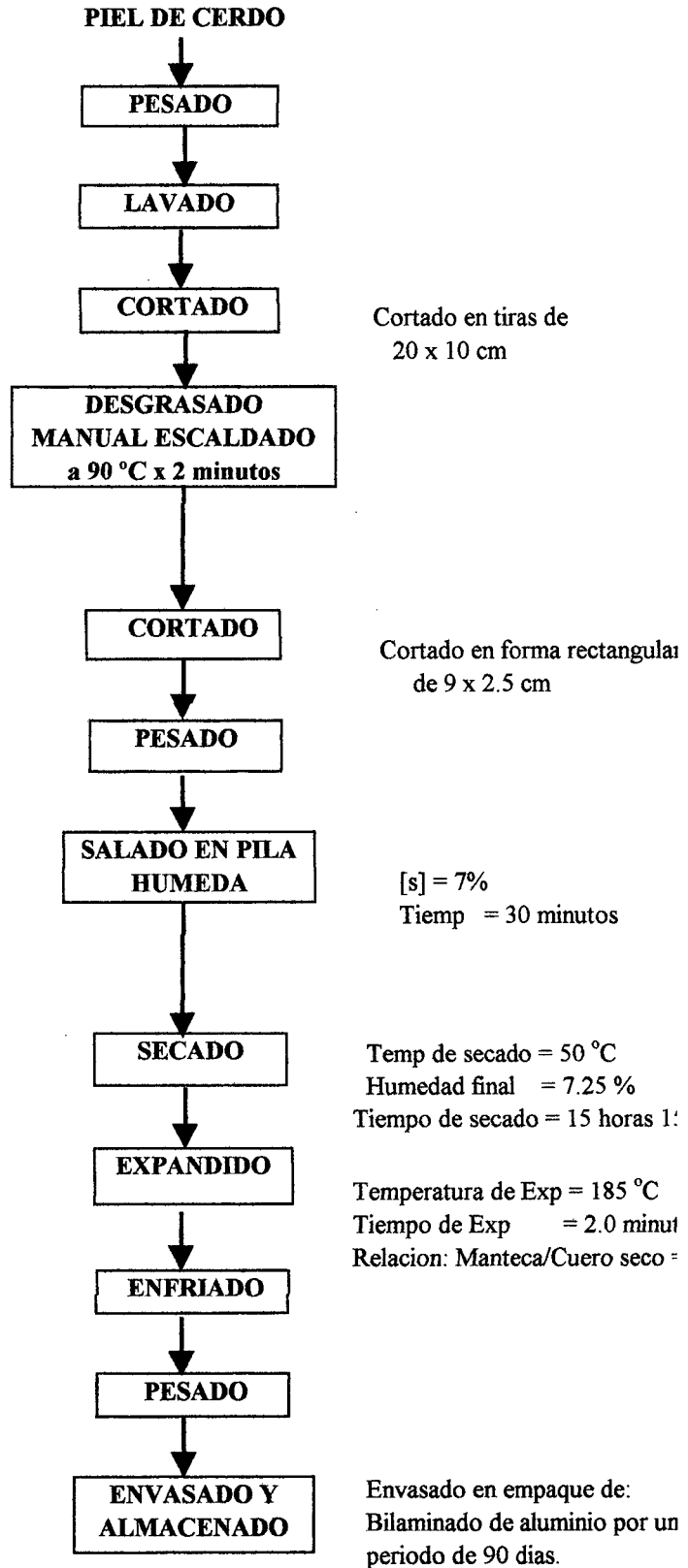
Secado, se hizo en una estufa con recirculación de aire caliente, el cuero se secó a una temperatura de 50°C hasta alcanzar una humedad del 7,25% en un tiempo de 15 horas 15 minutos.

Expandido, el cuero de cerdo seco se expandió por fritura en manteca de cerdo con una relación de 3:1 (manteca de cerdo/cuero seco) a una temperatura de 185°C por un tiempo de 2 minutos.

Enfriado, el expandido del cuerito de cerdo se enfrió hasta temperatura ambiente.

Envasado y almacenado, se envasó 75 g del expandido de cuerito de cerdo en cada empaque (bilaminado de aluminio, polietileno y celofán de alta densidad), y se almacenó por un periodo de 90 días bajo dos condiciones, a 28°C y 37°C, resultando el empaque apropiado para el almacenamiento de 90 días el bilaminado de aluminio.

**Fig. 19 DIAGRAMA DE FLUJO FINAL PARA EL
EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO**



En el Cuadro 17 se nota que no existe variación en sus componentes de los productos almacenados en empaques de bilaminado de aluminio durante 90 días.

**CUADRO 17 ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL EXPANDIDO
DE CUERITO DE CERDO ALMACENADOS EN
90 DIAS**

COMPONENTE	BILAMINADO DE ALUMINIO	
	A LOS (0) DIAS	A LOS (90) DIAS
HUMEDAD %	5,790	5,830
GRASA %	16,580	16,460
PROTEINA %	70,150	70,080
CENIZA %	6,900	6,630
INDICE DE YODO (gr de yodo/100 gr de grasa)	74,740	74,800
INDICE DE ACIDEZ(% de ácido oleico)	0,011	0,013
INDICE DE PEROXIDO (meq O ₂ /Kg de grasa)	0,000	0,000

la ganancia de humedad que se nota en el Cuadro N°17, conlleva a la disminución en el porcentaje de grasa, de proteína y ceniza existiendo una mínima variación. Estos cambios son debidos a las reacciones químicas del vapor de agua con los componentes del producto.

La transferencia de vapor de agua hacia el interior del empaque y por ende al producto, se lleva a cabo por el sellado, el cual solamente es un sellado de un diente, mientras que en productos similares se efectúa un sellado de 3 a 5 dientes ofreciendo así una mayor resistencia a la transferencia de vapor del medio ambiente hacia el producto.

**CUADRO N° 18 ANALISIS MICROBIOLOGICO DEL
EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO**

MICROORGANISMOS	Colonias/g	STANDARES DADOS POR LA ITINTEC Para Productos cárnicos y sus derivados
Hongos y levaduras	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0
<i>Escherichia coli</i>	0	menor a 10²/g
<i>Salmonella sp.</i>	0	menor a 1/20gr

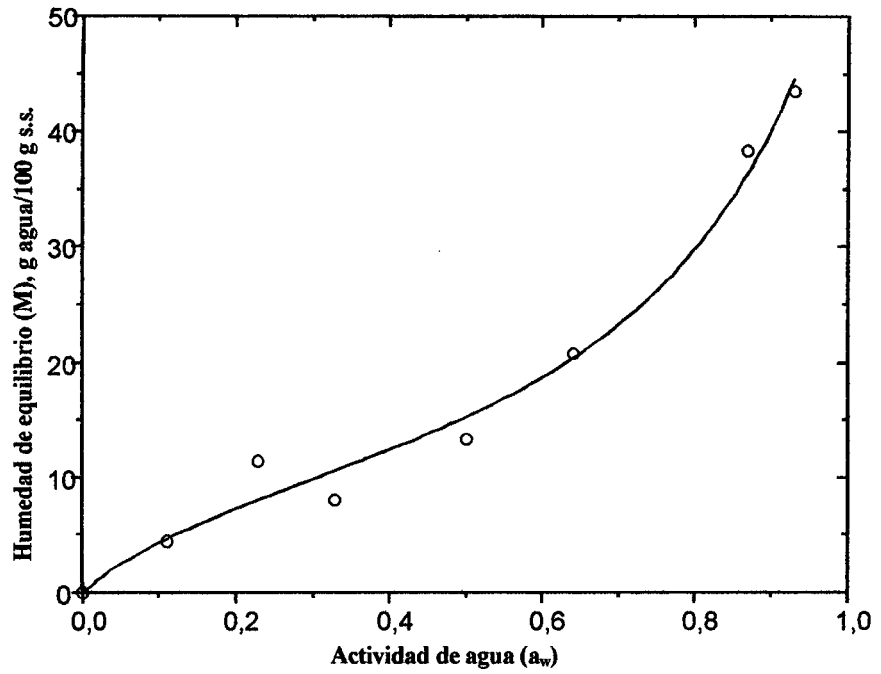
Según el Cuadro 18 el análisis microbiológico del producto no reporta la presencia de microorganismos, como hongos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, estos no pueden desarrollarse por el bajo contenido de humedad en este tipo de productos, y por tener una baja actividad de agua (0,34). Según **Badui (1981)**, la mayoría de las bacterias dañinas (*Salmonellas sp*, *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, necesitan como mínimo de una actividad de agua de (0,91) para poder desarrollarse y así también la mayoría de los hongos y levaduras dañinas necesitan como mínimo de una actividad de agua de 0,80-0,88 respectivamente.

4.6. ISOTERMA DE ADSORCION

El valor de la capa monomolecular de la isoterma de adsorción del expandido de cuerito de cerdo es de 11,10 g de H₂O/100 g calculado por la Ec. de G.A.B, este valor permite predecir la humedad mas adecuada para su almacenamiento con el fin de prolongar su conservación. En base al resultado de la capa monomolecular, la Fig. 15 y aplicando la Ec. de G.A.B, se calculó la actividad de agua, obteniendo un valor de (0,34), un valor en el que no es posible el deterioro por causa del desarrollo de microorganismos, debido a que estos se inhiben a actividades de agua por debajo de 0,6-0,7.

Cheftel (1976), manifiesta que con valores menores de 0,6, existe la posibilidad que los productos se deterioren por efecto de rancidez hidrolítica y por oxidación.

Fig. 20 **Isoterma de Adsorción del Expandido de Cuerito de Cerdo**



V. CONCLUSIONES

- 1) La materia prima utilizada fue cuero de cerdo de raza LANDRACE, de 6 meses de edad presentó características óptimas para el expandido.
- 2) El cuero de cerdo para el Expandido por fritura se secó hasta una humedad de 7,25% a 50°C por un tiempo de 15 horas 15 minutos, la temperatura de expandido fue de 185°C por un tiempo de 2 minutos, utilizándose para este fin manteca de cerdo 3:1 (Manteca:Cuero Seco).
- 3) El expandido de cuerito de cerdo es un producto salado de textura crocante y quebradiza con alto contenido proteico de 70,15%, para su obtención se siguió el siguiente flujograma: cortado, desgrasado, salado, secado y expandido .
- 4) Durante el almacenamiento por 90 días bajo las condiciones de temperatura de 28°C y 37°C, el expandido de cuerito de cerdo no presentó deterioro por enranciamiento hidrolítico ni oxidativo en el empaque de bilaminado de aluminio, mientras que los productos empacados en polietileno y celofán de alta densidad presentan cambios fisico-químicos y en sus atributos organolépticos alrededor de los 60 días de almacenamiento.
- 5) En empaques de polietileno y celofán de alta densidad el expandido de cuerito de cerdo se pueden almacenar como máximo por un periodo de 45 días por mantener sus atributos sensoriales y sus propiedades fisico-químico.
- 6) De la isoterma de adsorción obtenida mediante la ecuación de G.A.B. tuvo un valor de monocapa de 11,10 g de agua/ por 100 g de sólido seco, siendo la actividad de agua del expandido de cuerito de cerdo 0,34, valor en el que no es posible el deterioro por causa de desarrollo de microorganismos, debido a que estos se inhiben a actividades de agua por debajo de 0,6-0,7, además con el escaldado se logra disminuir la carga microbiana.

- 7) A los 90 días de almacenamiento los Expandidos de cuerito de cerdo no presentaron contaminación microbiana como hongos, levaduras, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, debido a la buena manipulación en el proceso y baja actividad de agua (0,34) del producto.
- 8) El producto terminado tuvo una buena aceptabilidad de sus atributos organolépticos, teniendo un color característico, un buen olor, una textura crocante y quebradiza y sabor salado.

VI. RECOMENDACIONES

- 1. Realizar estudios de investigación de nuevos productos utilizando subproductos de esta industria chacinera como son los huesos y las grasas con la finalidad de incrementar el rendimiento en esta industria.**
- 2. Realizar un estudio de impacto ambiental de los residuos de sangre, cerdas y estiércol, que quedan después de la faena de en los camales frigoríficos.**
- 3. Incentivar el consumo alimenticio de expandido de cuerito de cerdo, por tener un alto contenido proteico de 70,15%.**
- 4. Realizar un estudio de Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (HACCP) en productos de la industria chacinera (cecinas, chorizo, chicharrones y expandido de cuerito de cerdo).**
- 5. Realizar estudios de sus características Físico-Químicas, mecánicas e inocuidad de los empaques de polietileno, celofán y bilaminado de aluminio frente al producto (Expandido de Cuerito de cerdo).**

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aleixandre, B.J.L. (1996) « Procesos de Elaboración de Alimentos » Universidad Politécnica de Valencia, Dep. de Tecnología de Alimentos.

A.O.A.C., (1989) "Official Methods of the Association for Abalitical Chemist", 13th Edition, Virginia, USA, 932 pp.

A.O.C.S., (1989) "Official and tentative methods of the American Chemist Society", Estados Unidos, 466 p.

Badui, D.S (1981) " Química de los Alimentos", Ed. ALHAMBRA. S.A., Madrid - España.

Bailey, A.E (1976) "Aceites y Grasas Industriales", Ed. Reverte, España.

Calzada, B.J(1980) " Métodos Estadísticos Para la Investigación", Ed. Milagros S.A, Lima - Perú.

Camarena, M.F, Montalvo,R (1981) " Diagnóstico Aceites y Grasas" Lima-Perú.

Cerrate, E.(1989) « Efecto de Sustitución de Trigo Por Tres Variedades de Cebada en la Elaboración de Fideos » Tesis UNAL-Lima-Perú.

Charley, H. (1987) " Tecnología de los Alimentos ", Ed. Limusa, Mexico,330p.

Cheftel, J.C (1976) " Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos Vol II ", Ed. Acribia.

Desrosier, N.(1983) "Conservación de los Alimentos ", Ed. Continental, Mexico-468p.



- Dominic, W.S.W (1995) « Química de los Alimentos, Mecanismos y Teorías », Ed.Acribia, Zaragoza-España.
- Effenberger, G. (1972) « Empaquetado de la Carne y Productos Cárnicos », Ed.Acribia, Zaragoza-España.
- Fennema, O.R (1994) " Química de los Alimentos ", Ed. Acribia S.A, Zaragoza-España.
- Frazier, G. (1962) " Microbiología de los Alimentos ", Ed. Acribia, Zaragoza-España 467p.
- Geankoplis, C.S. (1978) " Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias " Ed. Continental México.
- Hart, F. Y Fisher, H. (1971) " Análisis Moderno de los Alimentos " Ed. Acribia Zaragoza-España.
- Heiss, R. (1977) " Principio de Envasado de los Alimentos, Guía Internacional "Ed. Acribia,Zaragoza-España 331p.
- Kinsella J. E., (1978). « Functional Properties Of Protein in Food » A Survey, Critical Rev.Food Sci Nutr.219
- Labuza, T. Kaanane, A. And Chen, J. (1985) " Effect of Temperature whit the Moisture Sorption Isotherms whit Water Activity Shint Of two Dehydrated Foods, J Food Sci"
- Lehninger, A.(1970) « Bioquímica, las Bases Moleculares de la Estructura y su Función Celular », Ed.Omega, Barcelona-España.
- Mackey, A (1984) " Evaluación Sensorial de los Alimentos" Ed. Ciepe. San Felipe-Venezuela, 135p.

Martín, D.W (1986) " Bioquímica de Harper ", Ed. MM.S.A, Dema. Edición, México.

Norma Técnica Nacional, ITINTEC.Nº 201-001, Carne y Productos Cárnicos.

Norma Técnica Nacional, ITINTEC.Nº 209-006-68.

Ocon, J y Tojo, G (1980) «Problemas de Ingeniería Química Vol. I » Ed. Aguilar.
Madrid- España.

Pearson, B. (1976) " Técnica de Laboratorio de Análisis de los Alimentos " Ed. Acribia
Zaragoza-España.

Potter, N. (1973) " La Ciencia de los Alimentos " Ed.Edutex México 749p.

Zert P. (1986) " Vademécum del Producto de Cerdos " Ed. Acribia, Zaragoza-España
423p.

Rojas, T.M (1991) " Métodos Estadísticos Para la Investigación ", Primera Edición,
U.N.S.M.

Lees R. (1982) " Análisis de los Alimentos - Métodos Analíticos de Control de Calidad
", Ed. Acribia.

Hurrell, R.F. (1977) « Carpenter Nutritional Significance Of Cross-Link Formation
During Food Processing » Adv. Exp Mod. Biol. 86-225.

Salas, V.W.F, (1996) « Cursos de Envases y Embalajes de Alimentos », Universidad
Católica De Sta. María, Programa Profesional de Industrias Alimentarias.

Sanz, Egaña,(1967) « Enciclopedia de la Carne », Ed. Espasa Calpe. S.A. Segunda
edición.

Schmidt, H. (1979) " Aditivos y Contaminantes de Alimentos Reglamentación de Alimentos " Ed. Universitaria Santiago de Chile 154p.

Tellez, V.J (1995) " Manual de Industrias Cárnicas " Primera Edición.

Universidad de Lima (1986) " Ciencia Y Tecnología de los Alimentos, Aceites Y Grasas " Ed. Centro de Investigación de la Producción, Lima-Perú.

ANEXO 01**SECADO DE CUERO DE CERDO****A) DATOS SOBRE EL PRODUCTO:**

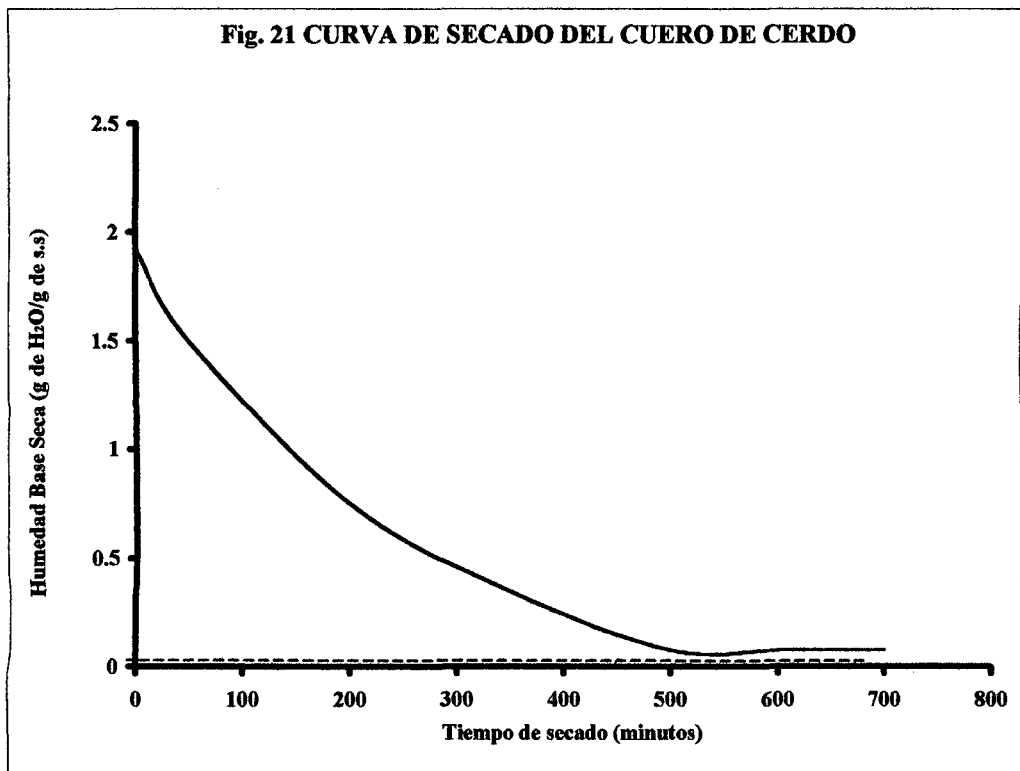
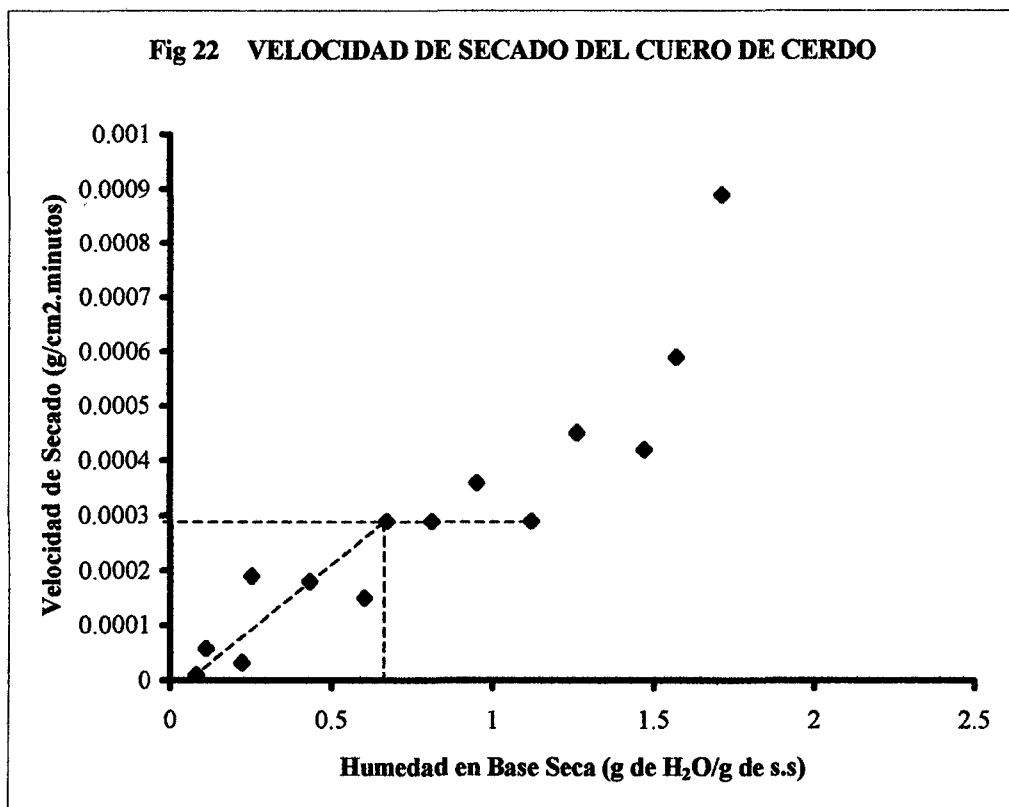
- Cantidad : 840 gr
- Dimensiones : Largo = 9.00 cm.
Ancho = 2.50 cm.
Espesor = 0.50 cm.
- Humedad : 65.77% cuero fresco
- N° de cueros : 80
- Forma : Forma Paralelepípedo Rectangular.

B) DATOS DE CONDICIONES DE SECADO:

- Temperatura de Secado: 50 °C
- Alimentación de aire caliente forzada
- Secador de bandejas electrónico

**CUADRO 19 RESULTADOS DEL SECADO DE CUERO DE
CERDO A TEMPERATURA DE 50°C**

Nº	$\Delta\theta$ Minutos	W (g)	ΔW (g)	H.B.H.	H.B.S.	Sólido Seco	R	A cm ²
1	0	840	0	65,77	1,92	287,532	----	4,520
2	15	780	60	63,14	1,71	287,532	$8,9 \times 10^{-4}$	4,520
3	30	740	40	61,14	1,57	287,532	$5,9 \times 10^{-4}$	4,520
4	45	710	30	59,50	1,47	287,532	$4,42 \times 10^{-4}$	4,520
5	75	650	60	55,76	1,26	287,532	$4,5 \times 10^{-4}$	4,520
6	105	610	40	52,86	1,12	287,532	$2,9 \times 10^{-4}$	4,520
7	135	560	50	48,66	0,95	287,532	$3,6 \times 10^{-4}$	4,520
8	165	520	40	44,71	0,81	287,532	$2,9 \times 10^{-4}$	4,520
9	195	480	40	40,10	0,67	287,532	$2,9 \times 10^{-4}$	4,520
10	225	460	20	37,49	0,60	287,532	$1,5 \times 10^{-4}$	4,520
11	285	410	50	29,87	0,43	287,532	$1,8 \times 10^{-4}$	4,520
12	345	360	50	20,13	0,25	287,532	$1,9 \times 10^{-4}$	4,520
13	405	350	10	17,85	0,22	287,532	$3,2 \times 10^{-5}$	4,520
14	525	320	30	10,15	0,11	287,532	$5,8 \times 10^{-5}$	4,520
15	705	310	10	7,25	0,08	287,531	$1,1 \times 10^{-5}$	4,520

Fig. 21 CURVA DE SECADO DEL CUERO DE CERDO**Fig 22 VELOCIDAD DE SECADO DEL CUERO DE CERDO**

1) CALCULO DE MATERIA SECA

$$MS = 840 (1-0.6577)$$

$$MS = 287,532 \text{ g}$$

2) CALCULO DE AREA DE SECADO DEL CUERO

$$A \text{ Total} = \# \text{ de cuero } [(2(\text{Largo} + \text{Ancho})\text{espesor} + 2\text{Largo} \times \text{Ancho})]$$

$$A \text{ Total} = 80 \text{ } 2 (9+2,5)0,5 + 2 \times 9 \times 2,5$$

$$A_t = 4,520 \text{ cm}^2$$

3) CALCULO DE HUMEDAD BASE HÚMEDA Y BASE SECA

- H.B.H:

$$H.B.H_2 = \frac{780 - 287,532 \times 100}{780} = 63,14$$

$$H.B.H_3 = \frac{740 - 287.532 \times 100}{740} = 61.14$$

- H.B.S:

$$H.B.H_1 = \frac{65,77}{100-65,77} = 1,92$$

$$H.B.H_1 = \frac{63,14}{100-63,14} = 1,71$$

4) CALCULO DE LA VELOCIDAD DE SECADO (R)

$$R = \frac{S(dx)}{A d\theta}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \text{Sólido Seco} = g \\
 A &= \text{Area a Secar} = \text{cm}^2 \\
 dx &= \text{diferencial de humedad en base seca} \\
 d\theta &= \text{diferencial de tiempo en minutos}
 \end{aligned}$$

$$R_2 = \frac{287,532 \text{ g/ss} (1,92 - 1,71) \text{ g de H}_2\text{O/g de s.s.}}{4,250 \times 15}$$

$$= 0,00089$$

...

CALCULO DEL TIEMPO DE SECADO

A. TIEMPO DE SECADO ANTECRITICO (θ_a)

$$\theta_a = \frac{S (x_1 - x_c)}{\text{ARC}}$$

$$\theta_{a1} = \frac{287.532 \text{ gr/ss} (1.92 - 0.775) \text{ gr de H}_2\text{/gr ss}}{4520 \text{ cm}^2 \times 3.2 \times 10^4 \text{ grH}_2\text{/cm}^2 \times \text{min}}$$

$$= 227.61 \text{ minutos.}$$

- TIEMPO DE SECADO POST-CRITICO (θ_p)

$$\theta_p = \frac{S}{A} \frac{(X_c - X^X)}{R_c} \times L \times \frac{(X_c - X^X)}{x_2 - X^X}$$

$$\theta_{p1} = \frac{287.532 \text{ gr/ss} (0.775 - 0.075) L (0.775 - 0.075)}{4520 \times 3.2 \times 10^{-4} \quad 0.08 - 0.075}$$

$$\theta_{p1} = 687.65 \text{ minutos}$$

$$\theta_T = \theta_a + \theta_p$$

$$\theta_{T1} = 227.61 + 687.65 = 915.26 \text{ minutos} = 15.25 \text{ horas}$$

15 horas 15 minutos

ANEXO 2

FORMATO PARA LA EVALUACION SENSORIAL

FICHA DE EVALUACION SENSORIAL PARA EL
EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO

Juez :
Producto :
Fecha :Hora :

Instrucciones

Pruebe el producto que se está sirviendo y anote el código de la muestra en las columnas de cada una de las características, según la escala que crea conveniente.

ESCALA	CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS			
	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR
Gusté mucho				
Gusté bastante				
Gusté ligeramente				
Ni me gusta ni me disgusta				
Disgusté ligeramente				
Disgusté bastante				
Disgusté mucho				

OBSERVACIONES :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ANEXO 03**DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCION DE EXPANDIDO DE
CUERITO DE CERDO CROCANTE Y SALADO**

MODELO ESTADISTICO FACTORIAL

TIPO 2A 3B CON 03 REPETICIONES

FACTOR:

Nivel

A) Desgrasado a_1 = Desgrasado sin escaldar b_2 = Desgrasado con Escaldado**B)** Salado en Pila $b_1 = [S]_1 = 6\% \text{ NaCl}$ $\theta_1 = 30 \text{ minutos}$ $b_2 = [S]_2 = 7\% \text{ NaCl}$ $\theta_2 = 30 \text{ minutos}$ $b_3 = [S]_3 = 8\% \text{ NaCl}$ $\theta_3 = 30 \text{ minutos}$

CUADRO 20 RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ANALISIS ORGANOLEPTICO

PANESLISTAS O BLOQUES	a ₁ b ₁				a ₁ b ₂				a ₁ b ₃				a ₂ b ₁				a ₂ b ₂			
	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S
01	6	7	5	5	5	5	5	7	6	6	5	3	7	7	7	5	6	6	7	7
02	6	6	5	5	6	6	4	7	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	7
03	6	6	6	5	6	7	6	6	5	6	5	4	5	6	7	6	6	7	7	7
04	7	6	5	5	6	6	5	7	6	7	5	4	6	6	6	6	7	6	7	6
05	6	7	5	6	6	7	5	7	6	6	6	3	6	6	5	5	6	7	7	7
06	5	6	5	5	5	6	6	7	6	7	5	3	5	7	7	5	5	6	7	6
07	6	5	6	5	6	7	5	6	5	7	5	4	6	6	6	6	6	7	7	6
08	5	6	5	5	6	6	5	6	5	6	4	4	6	6	5	6	6	6	6	7
09	6	7	6	6	5	7	6	7	6	6	5	4	6	7	6	6	6	7	6	6
10	5	6	6	5	5	6	6	7	6	7	5	4	5	7	6	6	5	6	7	7

Donde: C = Color
O = Olor
T = Textura
S = Sabor

CUADRO 21 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL COLOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	9	5.00	0.560	0.243	2.12	SIGNIF.
A	1	0.33	0.330	1.430	4.08	N.S.
B	2	0.30	0.150	0.650	3.23	N.S.
INT. AB	2	0.17	0.085	0.370	3.23	N.S.
ERROR	45	10.20	0.230			
TOTAL	59					

La prueba de F a un nivel de significancia del 5% resulto no significativo para los tratamientos
a1 b1, a1 b2, a1 b3, a2 b1, a2 b2, a2 b3 en cuanto al color.

CUADRO 22 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL OLOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	9	2.50	0.280	0.875	2.12	N.S.
A	1	0.50	0.500	1.600	4.08	N.S.
B	2	0.35	0.175	0.550	3.23	N.S.
INT. AB	2	0.05	0.025	0.100	3.23	N.S.
ERROR	45	14.60	0.320			
TOTAL	59					

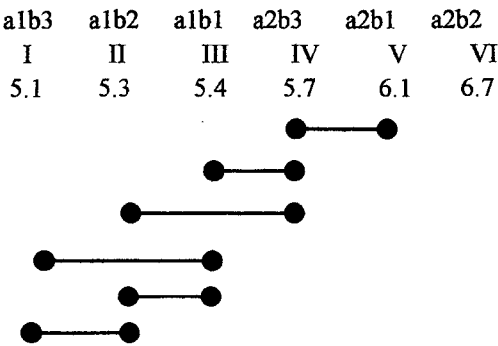
La prueba de F a un nivel de significancia del 5% resulto no significativo para los tratamientos
a1 b1, a1 b2, a1 b3, a2 b1, a2 b2, a2 b3 en cuanto al olor.

CUADRO 23 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO A LA TEXTURA

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	9	6.50	0.720	2.670	2.12	SIGNIF.
A	1	11.97	11.970	44.330	4.08	ALT. S
B	2	3.45	1.730	6.410	3.23	SIGNIF.
INT. AB	2	2.08	1.040	3.850	3.23	SIGNIF.
ERROR	45	12.00	0.270			
TOTAL	59					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

PRUEBA DE DUNCAN:



En Conclusión :

El tratamiento a2b2 , supera estadísticamente a todos los demas tratamientos.

Entre los tratamientos a2b1 y a2b3 ; a2b3 y a1b1 ; a2b3 y a1b2 ; a1b1 y a1b2 ; a1b1 y a1b3 ; a1b2 y a1b3 , no existe diferencia estadísticamente.

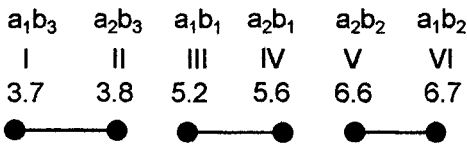
Por lo tanto el tratamiento a2b2 es el mejor en cuanto a la textura del producto.

CUADRO 24 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL SABOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	9	2.33	0.260	1.180	2.12	NO SGNF.
A	1	0.53	0.530	2.400	4.08	NO SGNF.
B	2	84.9	42.450	193.00	3.23**	ALT. S
INT. AB	2	0.37	0.185	0.850	3.23	NO SGNF.
ERROR	45	9.87	0.220			
TOTAL	59					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

PRUEBA DE DUNCAN:



En Conclusión :

Entre los tratamientos a₁b₂ y a₂b₂ ; a₂b₁ y a₁b₁ ; a₂b₃ y a₁b₃, no existe diferencia estadísticamente. El tratamiento a₁b₂ y a₂b₂ , superan en promedio a los demas tratamientos; lo cual nos permite concluir que podemos optar por cualquiera de ellos sin tener repercusion en el sabor del producto.

ANEXO 04

DISEÑO EXPERIMENTAL PARA LA EVALUACION DEL EMPAQUE MAS APROPIADO PARA EL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO

MODELO ESTADISTICO FACTORIAL : TIPO 2T 3E

FACTOR : Nivel de tratamiento.
T (Temperatura) T1 Almacenamiento a temperatura de 28 °C
T2 Almacenamiento a temperatura de 37 °C

E.(Empaque) E1 Empaque bilaminado de aluminio
E2 Empaque celofan de alta densidad
E3 Empaque polietileno de alta densidad.

**CUADRO 25 ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL
ALMACENAMIENTO DE 30 DIAS A TEMPERATURAS DE 28°C Y 37 °C**

PANELISTAS	T ₁ E ₁				T ₁ E ₂				T ₁ E ₃				T ₂ E ₁				T ₂ E ₂				T ₂ E ₃			
	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S
01	5	6	6	6	6	5	6	5	6	6	6	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	5
02	7	6	7	6	5	6	5	6	6	5	6	6	6	6	6	5	6	6	5	5	5	6	6	6
03	6	6	6	6	5	6	5	7	5	6	5	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	6
04	6	5	7	7	6	6	6	6	5	6	7	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	6	7
05	5	6	6	6	7	6	6	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6	5
06	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	7	5	5	6	6	6	6	5	6
07	5	6	7	7	5	5	6	6	6	6	6	7	5	5	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6
08	6	7	6	6	5	5	6	5	5	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6	7	5	6	5
09	6	6	6	6	5	6	7	6	6	6	5	6	7	6	6	6	6	6	5	7	6	6	5	6
10	6	6	6	6	5	5	5	6	7	5	6	6	5	6	6	6	7	6	5	5	5	5	6	5
TOTAL	58	60	63	62	55	56	57	58	57	57	57	59	57	58	60	60	57	55	55	58	58	55	56	57

CUADRO 26 ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE 60 DIAS A TEMPERATURAS DE 28°C Y 37 °C

PANELISTAS	T ₁ E ₁				T ₁ E ₂				T ₁ E ₃				T ₂ E ₁				T ₂ E ₂				T ₂ E ₃			
	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S
01	6	7	5	6	7	5	4	5	6	5	4	6	6	6	6	6	6	5	4	5	5	4	3	6
02	6	5	6	7	5	5	4	6	5	4	4	6	6	6	6	6	5	5	3	4	6	6	4	5
03	6	6	6	6	6	5	3	5	6	5	4	4	6	6	7	7	6	4	4	5	5	5	4	5
04	5	6	7	7	5	5	4	4	6	5	3	6	7	5	5	7	6	5	4	4	5	5	2	6
05	6	6	7	5	5	6	3	5	6	6	4	5	5	5	6	5	5	5	3	5	6	6	3	5
06	6	5	6	7	6	4	4	5	7	6	4	4	6	6	6	5	6	5	2	4	6	5	3	4
07	5	6	7	6	6	5	4	5	5	5	3	6	6	5	7	7	6	4	3	5	5	4	4	4
08	7	6	5	6	6	5	4	4	6	5	4	5	5	6	6	6	5	6	4	6	7	6	3	5
09	6	5	6	7	5	6	3	6	5	5	3	5	5	5	7	6	6	4	3	5	6	5	4	5
10	6	6	6	6	6	4	3	6	6	5	4	5	6	6	7	6	7	5	3	5	6	5	3	4
TOTAL	59	58	61	63	57	50	36	51	58	51	37	52	58	56	63	61	58	48	33	48	57	51	33	49
PROMEDIO	5.9	5.8	6.1	6.3	5.7	5	3.6	5.1	5.8	5.1	3.7	5.2	5.8	5.6	6.3	6.1	5.8	4.8	3.3	4.8	5.7	5.1	3.3	4.9

CUADRO 27 ANALISIS ORGANOLEPTICO DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE 90 DIAS A TEMPERATURAS DE 28°C Y 37 °C

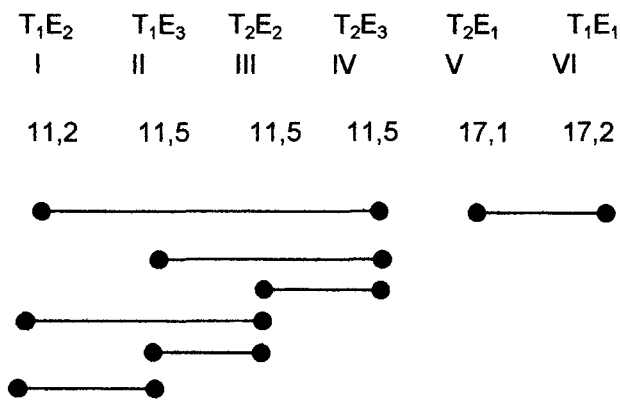
PANELISTAS	T ₁ E ₁				T ₁ E ₂				T ₁ E ₃				T ₂ E ₁				T ₂ E ₂				T ₂ E ₃			
	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S	C	O	T	S
01	6	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
02	6	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
03	7	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0
04	5	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	4	7	5	0	0	0	0	0	0	0	0
05	4	6	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0
06	5	5	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
07	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0
08	6	7	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0
09	6	7	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	6	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0
10	7	5	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	58	61	61	61	0	0	0	0	0	0	0	0	56	58	62	59	0	0	0	0	0	0	0	0
PROMEDIO	5.8	6.1	6.1	6.1	0	0	0	0	0	0	0	0	5.6	5.8	6.2	5.9	0	0	0	0	0	0	0	0

CUADRO 28 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL COLOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	2	59.055	29.528	10.714	4.10	**
A	1	0.0007778	0.0007778	0.000282	4.96	N.S.
B	2	15.348	7.674	2.784	4.10	N.S.
INT. AB	2	0.0402	0.0201	0.00729	4.10	N.S.
ERROR	10	27.556	2.756			
TOTAL	17					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

PRUEBA DE DUNCAN



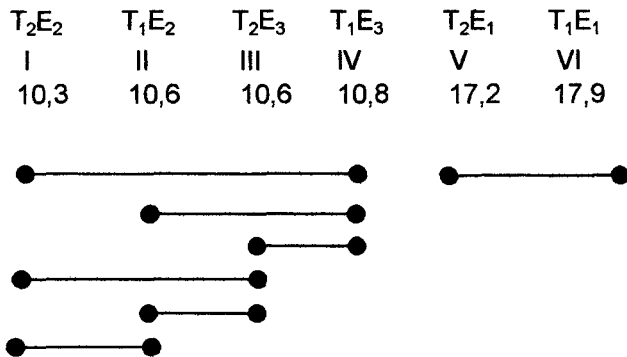
En conclusión:

Los tratamientos T1 E1 y T2 E1, superan estadísticamente en un nivel del 5% de significancia a todos los demás tratamientos. Entre los tratamientos T2 E3, T2 E2, T1 E3, T1 E2 no existe diferencia estadísticamente.

Todo lo mencionado anteriormente lo interpretamos en que los productos de expandido del cuerito de cerdo empacados en empaques de bilaminados de aluminio y almacenados a una temperatura de 28°C y 37°C por un periodo de 90 días superan estadísticamente en cuanto al color a los productos empacados en empaques de celofan de alta densidad y polietileno de alta densidad en las mismas condiciones de almacenamiento.

CUADRO 29 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL OLOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	2	47.830	23.915	8.696	4.10	*
A	1	0.020	0.020	0.00727	4.96	N.S.
B	2	26.783	13.392	4.869	4.10	*
INT. AB	2	0.084	0.042	0.015	4.10	N.S.
ERROR	10	27.513	2.750			
TOTAL	17					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA**PRUEBA DE DUNCAN**

En conclusión:

Los tratamientos T1 E1 y T2 E1, superan estadísticamente en un nivel del 5% de significancia a todos los demás tratamientos. Entre los tratamientos T2 E3, T2 E2, T1 E3, T1 E2 no existe difere estadísticamente.

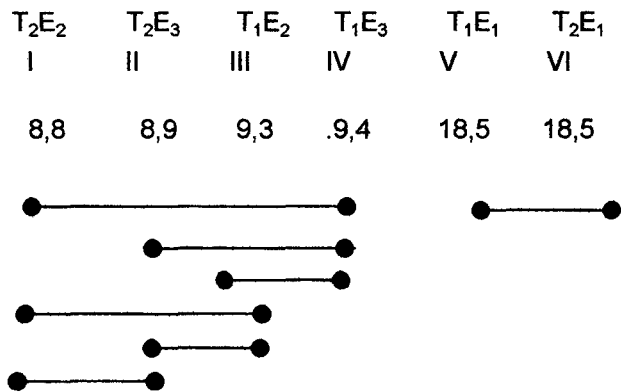
Todo lo mencionado anteriormente lo interpretamos en que los productos de expandido del cuerito de cerdo empacados en empaques de bilaminados de aluminio y almacenados a una temperatura de 28°C y 37°C por un periodo de 90 días superan estadísticamente en cuanto al olor a los productos empacados en empaques de celofan de alta densidad y polietileno de alta densidad en las mismas condiciones de almacenamiento.

CUADRO 30 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO A LA TEXTURA

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	2	43.028	21.514	9.974	4.10	**
A	1	0.055	0.055	0.025	4.96	N.S.
B	2	39.274	19.637	9.124	4.10	**
INT. AB	2	0.029	0.015	0.00695	4.10	N.S.
ERROR	10	21.565	2.157			
TOTAL	17					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA

PRUEBA DE DUNCAN



En conclusión:

Los tratamientos T1 E1 y T2 E1, superan estadísticamente en un nivel del 5% de significancia a todos los demás tratamientos. Entre los tratamientos T2 E3, T2 E2, T1 E3, T1 E2 no existe diferencia estadísticamente.

Todo lo mencionado anteriormente lo interpretamos en que los productos de expandido del cuerito de cerdo empacados en empaques de bilaminados de aluminio y almacenados a una temperatura de 28°C y 37°C por un periodo de 90 días superan estadísticamente en cuanto al olor a los productos empacados en empaques de celofan de alta densidad y polietileno de alta densidad en las mismas condiciones de almacenamiento.

CUADRO 31 ANALISIS DE VARIANZA EN CUANTO AL SABOR

FUENTES DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F (C) CALCULADO	F (5%) TABULAR	SIGNIF.
BLOQUES	2	54.040	27.020	10.765	4.10	**
A	1	0.109	0.109	0.043	4.96	N.S.
B	2	25.00	12.5	4.980	4.10	*
INT. AB	2	0.011	0.0055	0.00219	4.10	N.S.
ERROR	10	25.100	2.51			
TOTAL	17					

RESULTADO DE LA PRUEBA DE SIGNIFICANCIA**PRUEBA DE DUNCAN**

T ₂ E ₂	T ₂ E ₃	T ₁ E ₂	T ₁ E ₃	T ₂ E ₁	T ₁ E ₁
I	II	III	IV	V	VI
10,6	10,6	10,9	11,1	18,0	18,6
●	●	●	●	●	●
	●	●	●		
		●	●		
●	●	●			
	●	●			
●	●				

En conclusión:

Los tratamientos T₁ E₁ y T₂ E₁, superan estadísticamente en un nivel del 5% de significancia a todos los demás tratamientos. Entre los tratamientos T₂ E₃, T₂ E₂, T₁ E₃, T₁ E₂ no existe diferencia estadísticamente.

Todo lo mencionado anteriormente lo interpretamos en que los productos de expandido del cuerito de cerdo empacados en empaques de bilaminados de aluminio y almacenados a una temperatura de 28°C y 37°C por un periodo de 90 días superan estadísticamente en cuanto al sabor de los productos empacados en empaques de celofan de alta densidad y polietileno de alta densidad en las mismas condiciones de almacenamiento.



ANEXO 05

CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS (COLOR, OLOR, SABOR Y TEXTURA), DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO DURANTE UN ALMACENAMIENTO DE 90 DIAS

ATRIBUTO SENSORIAL	EMPAQUES			OBSERVACIONES
	BILAMINADO DE ALUMINIO	POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	CELOFAN DE ALTA DENSIDAD	
COLOR	Característico , no existe variación en cuanto a su color original	Característico , existe una variación mínima que no altera en color original.	Característico , existe una variación mínima que no altera su color original.	El color del producto no sufre variación que altere su color original durante los 90 días de almacenamiento.
OLOR	Buen olor , al no ganar humedad, el producto conserva su atributo de buen olor durante los 90 días de almacenamiento.	Rancio , el producto al ganar humedad a través de los polímeros del empaque, esta se oxida y debido a ello adquiere este olor.	Rancio , el olor a rancio anticipa el sabor en este empaque, el producto al ganar humedad adquiere este sabor.	El olor a rancio del producto se manifiesta a los 60 días de almacenamiento.
TEXTURA	Quebradiza y crocante , por que en los espacios intermoleculares se encuentra ocluido el vapor de H ₂ O del producto.	Chiclosa , al ganar humedad el producto, existe una transferencia de vapor de H ₂ O de espacios intermoleculares del producto hacia fuera perdiendo así su textura quebradiza y crocante transformándose en chiclosa	Chiclosa , al ganar humedad el producto, existe una transferencia de vapor de H ₂ O de espacios intermoleculares del producto hacia fuera perdiendo así su textura quebradiza y crocante transformándose en chiclosa.	La textura chiclosa del producto se comienza a notar a los 45 días de almacenamiento.
SABOR	Característico (salado aceptado) no existe variación en cuanto a sabor original, manteniéndose durante los 90 días de almacenamiento	Rancio , el olor a rancio anticipa el sabor en este empaque, el producto al ganar humedad adquiere este sabor.	Rancio , el olor a rancio anticipa el sabor en este empaque, el producto al ganar humedad adquiere este sabor.	El sabor rancio del producto aparece a los 60 días de almacenamiento.

ANEXO 06

DATOS PARA LA ELABORACION DE LA ISOTERMA DE ABSORCION DEL EXPANDIDO DE CUERITO DE CERDO

SOLUCION SATURADA	H R %	a_w	P_i	P_f	m_s p_i ss	X^* humedad eq. $P_f - m.s/m.s.$	X^*
Acido sulfúrico	0	0.00	1.6302 1.9471	1.5896 1.8937	1.5358 1.8344	0.0350 0.0323	- -
Cloruro de litio	11	0.11	1.5819 1.7954	1.5581 1.7643	1.4903 1.6914	0.0455 0.0431	0.0443
Acetato de potasio	23	0.23	2.2374 1.6757	2.3458 1.7596	2.1079 1.5787	0.1129 0.1146	0.1138
Cloruro de magnesio	33	0.33	1.6355 1.4071	1.6689 1.4277	1.5408 1.3256	0.0831 0.0770	0.0800
Bicromato de sodio	50	0.50	1.8046 1.8807	1.9365 2.0001	1.7001 1.7718	0.1391 0.1289	0.1340
Nitrato de sodio	64	0.64	1.7326 1.4161	1.9664 1.6168	1.6323 1.3341	0.2047 0.2119	0.2083
Cromato de potasio	87	0.87	1.9288 1.9035	2.4321 2.5603	1.8171 1.7933	0.3384 0.4277	0.3831
Nitrato de potasio	93	0.93	1.8676 1.6223	2.5674 2.1554	1.7595 1.5284	0.4592 0.4102	0.4347
Agua	100	1.0	2.0201 1.7976	3.3644 2.6876	1.9031 1.6935	0.7679 0.6986	0.7333

